

② Int'l. Appl.

1/4

PCT-ANTRAG

FH990907PCT

Original (für EINREICHUNG) - gedruckt am 29.09.1999 12:13:10 PM

0	Vom Anmeldeamt auszufüllen	
0-1	Internationales Aktenzeichen.	
0-2	Internationales Anmeldedatum	097858156
0-3	Name des Anmeldeamts und "PCT International Application"	
0-4	Formular - PCT/RO/101 PCT-Antrag	
0-4-1	erstellt durch Benutzung von	PCT-EASY Version 2.84 (aktualisiert 01.07.1999)
0-5	Antragssuchen Der Unterzeichnete beantragt, daß die vorliegende internationale Anmeldung nach dem Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens behandelt wird	
0-6	(Vom Anmelder gewähltes) Anmeldeamt	Europäisches Patentamt (EPA) (RO/EP)
0-7	Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts	FH990907PCT
I	Bezeichnung der Erfindung	VERFAHREN ZUM ERZEUGEN EINES MIKRO-ELEKTROMECHANISCHEN ELEMENTS
II	Anmelder	
II-1	Diese Person ist	nur Anmelder
II-2	Anmelder für	Alle Bestimmungstaaten mit Ausnahme von US
II-4	Name	FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E. V.
II-5	Anschrift:	Leonrodstraße 54 D-80636 München Deutschland
II-6	Staatsangehörigkeit (Staat)	DE
II-7	Sitz/Wohnsitz (Staat)	DE
III-1	Anmelder und/oder Erfinder	
III-1-1	Diese Person ist	Anmelder und Erfinder
III-1-2	Anmelder für	Nur US
III-1-4	Name (FAMILIENNAME, Vorname)	NEUMEIER, Karl
III-1-5	Anschrift:	Münchener Strasse 111 D-82008 Unterhaching Deutschland
III-1-6	Staatsangehörigkeit (Staat)	DE
III-1-7	Sitz/Wohnsitz (Staat)	DE

PCT-ANTRAG

Original (für EINREICHUNG) - gedruckt am 29.09.1999 12:13:10 PM

III-2	Anmelder und/oder Erfinder	Anmelder und Erfinder Nur US BOLLMANN, Dieter Solothurner Strasse 5 D-81475 München Deutschland DE DE
III-2-1	Diese Person ist	
III-2-2	Anmelder für	
III-2-4	Name (FAMILIENNAME, Vorname)	
III-2-5	Anschrift:	
III-2-6	Staatsangehörigkeit (Staat)	
III-2-7	Sitz/Wohnsitz (Staat)	
IV-1	Anwalt oder gemeinsamer Vertreter; oder besondere Zustellanschrift Die unten bezeichnete Person ist/wird hiermit bestellt, um den (die) Anmelder vor den internationalen Behörden zu vertreten, und zwar als:	Anwalt SCHOPPE, Fritz SCHOPPE, ZIMMERMANN & STÖCKELER POSTFACH 71 08 67 D-81458 München Deutschland 089/7904450 089/7902215 101345.3117@CompuServe.com
IV-1-1	Name (FAMILIENNAME, Vorname)	
IV-1-2	Anschrift:	
IV-1-3	Telefonnr.	
IV-1-4	Telefaxnr.	
IV-1-5	e-mail	
V	Bestimmung von Staaten	
V-1	Regionales Patent (andere Schutzrechtsarten oder Verfahren sind ggf. in Klammern nach der (den) betreffenden Bestimmung(en) angegeben)	EP: AT BE CH&LI CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE und jeder weitere Staat, der Mitgliedsstaat des Europäischen Patentübereinkommens und Vertragsstaat des PCT ist
V-2	Nationales Patent (andere Schutzrechtsarten oder Verfahren sind ggf. in Klammern nach der (den) betreffenden Bestimmung(en) angegeben)	US
V-5	Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen Zusätzlich zu den unter Punkten V-1, V-2 and V-3 vorgenommenen Bestimmungen nimmt der Anmelder nach Regel 4.9 Absatz b auch alle anderen nach dem PCT zulässigen Bestimmungen vor mit Ausnahme der nachstehend unter Punkt V-6 angegebenen Staaten. Der Anmelder erklärt, daß diese zusätzlichen Bestimmungen unter dem Vorbehalt einer Bestätigung stehen und jede zusätzliche Bestimmung, die vor Ablauf von 15 Monaten ab dem Prioritätsdatum nicht bestätigt wurde, nach Ablauf dieser Frist als vom Anmelder zurückgenommen gilt.	
V-6	Staaten, die von der Erklärung über vorsorgliche Bestimmungen ausgenommen werden	KEINE

PCT-ANTRAG

Original (für EINREICHUNG) - gedruckt am 29.09.1999 12:13:10 PM

VI-1	Priorität einer früheren nationalen Anmeldung beansprucht		
VI-1-1	Anmeldedatum	15 Dezember 1998 (15.12.1998)	
VI-1-2	Aktenzeichen	19857741.9	
VI-1-3	Staat	DE	
VI-2	Priorität einer früheren nationalen Anmeldung beansprucht		
VI-2-1	Anmeldedatum	18 Juni 1999 (18.06.1999)	
VI-2-2	Aktenzeichen	19927970.5-33	
VI-2-3	Staat	DE	
VII-1	Gewählte Internationale Recherchenbehörde	Europäisches Patentamt (EPA) (ISA/EP)	
VIII	Kontrollliste	Anzahl der Blätter	Elektronische Datei(en) beigefügt
VIII-1	Antrag	4	-
VIII-2	Beschreibung	17	-
VIII-3	Ansprüche	3	-
VIII-4	Zusammenfassung	1	fh990907.txt
VIII-5	Zeichnung(en)	2	-
VIII-7	INSGESAMT	27	
	Beigefügte Unterlagen	Unterlage(n) in Papierform beigefügt	Elektronische Datei(en) beigefügt
VIII-8	Blatt für die Gebührenberechnung	✓	-
VIII-10	Kopie der allgemeinen Vollmacht	Aktenzeichen 17406	-
VIII-16	PCT-EASY-Diskette	-	Diskette
VIII-18	Nr. der Abb. der Zeichn., die mit der Zusammenf. veröffentlicht werden soll	2	
VIII-19	Sprache der int. Anmeldung	Deutsch	
IX-1	Unterschrift des Anmelders oder Anwalts		
IX-1-1	Name (FAMILIENNAME, Vorname)	SCHOPPE, Fritz	

VOM ANMELDEAMT AUSZUFÜLLEN

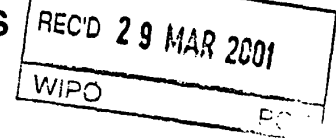
10-1	Datum des tatsächlichen Eingangs dieser internationalen Anmeldung	
10-2	Zeichnung(en):	
10-2-1	Eingegangen	
10-2-2	Nicht eingegangen	
10-3	Geändertes Eingangsdatum aufgrund nachträglich, jedoch fristgerecht eingeg. Unterlage(n) oder Zeichnung(en) zur Vervollständigung dieser int. Anmeldung	
10-4	Datum des fristgerechten Eingangs der Berichtigung nach PCT Artikel 11(2)	
10-5	Internationale Recherchenbehörde	ISA/EP
10-6	Übermittlung des Recherchenexemplars bis zur Zahlung der Recherchegebühr aufgeschoben	

Original (für EINREICHUNG) - gedruckt am 29.09.1999 12:13:10 PM

VOM INTERNATIONALEN BÜRO AUSZUFÜLLEN

11-1	Datum des Eingangs des Aktenexemplars beim Internationalen Büro	
------	---	--

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS



PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

T3

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts FH990907PCT	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/07204	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 29/09/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 15/12/1998
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G01L13/02		
Anmelder FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER...et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.



2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 9 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 8 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☒ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 03/07/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 28.03.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt - P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl Fax: +31 70 340 - 3016	Bevollmächtigter Bediensteter Van Assche, P Tel. Nr. +31 70 340 2185 

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/07204

I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

Beschreibung, Seiten:

1,2,4-17	ursprüngliche Fassung			
3,3A	eingegangen am	10/01/2001	mit Schreiben vom	10/01/2001

Patentansprüche, Nr.:

1-15	eingegangen am	10/01/2001	mit Schreiben vom	10/01/2001
------	----------------	------------	-------------------	------------

Zeichnungen, Blätter:

1/2,2/2	ursprüngliche Fassung
---------	-----------------------

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/07204

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
- ☐ Ansprüche, Nr.:
- ☐ Zeichnungen, Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

IV. Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung

1. Auf die Aufforderung zur Einschränkung der Ansprüche oder zur Zahlung zusätzlicher Gebühren hat der Anmelder:

- ☐ die Ansprüche eingeschränkt.
- ☐ zusätzliche Gebühren entrichtet.
- ☐ zusätzliche Gebühren unter Widerspruch entrichtet.
- ☐ weder die Ansprüche eingeschränkt noch zusätzliche Gebühren entrichtet.

2. ☒ Die Behörde hat festgestellt, daß das Erfordernis der Einheitlichkeit der Erfindung nicht erfüllt ist, und hat gemäß Regel 68.1 beschlossen, den Anmelder nicht zur Einschränkung der Ansprüche oder zur Zahlung zusätzlicher Gebühren aufzufordern.

3. Die Behörde ist der Auffassung, daß das Erfordernis der Einheitlichkeit der Erfindung nach den Regeln 13.1, 13.2 und 13.3

- ☐ erfüllt ist
- ☒ aus folgenden Gründen nicht erfüllt ist:
siehe Beiblatt

4. Daher wurde zur Erstellung dieses Berichts eine internationale vorläufige Prüfung für folgende Teile der internationalen Anmeldung durchgeführt:

- ☒ alle Teile.
- ☐ die Teile, die sich auf die Ansprüche Nr. beziehen.

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER
PRÜFUNGSBERICHT**

Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/07204

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-15
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-15
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-15
	Nein: Ansprüche	

**2. Unterlagen und Erklärungen
siehe Beiblatt**

Zu Punkt IV

Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung

Abgesehen von dem gemeinsamen Oberbegriff, beziehen sich die unabhängigen Ansprüche 1 bis 4 auf:

--das Vorsehen von zumindest einer weiteren Zwischenschicht zwischen den beiden Wafern. Alle Zwischenschichten werden derart strukturiert, daß ein Hohlraum zwischen den Wafern erzeugt wird. Eine Öffnung gibt Zugang zu dieser Hohlraum (Anspruch 1)

--das Vereinzeln einer Waferstruktur in Chips, wobei durch das Vereinzeln eine Öffnung nach Anspruch 1 erzeugt wird (Anspruch 2)

--das Strukturieren einer Zwischenschicht zum Erzeugen von zwei Hohlräumen mit einem Verbindungskanal. Eine Öffnung über einem der Hohlräume wird in der membranartigen Struktur erzeugt (Anspruch 3)

-- das Erzeugen von mehreren Öffnungen in der membranartiger Struktur zur Herstellung von einer Trägerstruktur einer Masse eines Beschleunigungssensors (Anspruch 4)

Alle technischen Merkmale nach dem Oberbegriff dieser Ansprüche sind bekannt und veröffentlicht in DE-C-19543893 (D1).

Weitere gemeinsame technische Merkmale, sowie die Anwesenheit eines Hohlraums und einer Zugangsöffnung, sind auch an sich bekannt und veröffentlicht in D1 bzw. US-A-4586109 (Spalte 6, Zeilen 13-19).

Die übrigen besonderen technischen Merkmale [(1) eine weitere strukturierte Zwischenschicht, (2) durch Vereinzeln erzeugte Öffnung, (3) zwei Hohlräume mit Verbindungskanal und Öffnung über einem der Hohlräume und (4) Herstellung einer Trägerstruktur einer Masse in der Membran] sind also nicht gemeinsam oder gleichwertig im Sinne der Regel 13.2 PCT.

Zu Punkt V

**Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der
erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und
Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

[1]

Die vorliegende Anmeldung offenbart ein Verfahren zur Herstellung eines mikro-
elektromechanischen Elementes, wobei nach Anspruch 1:

(a)

eine Schicht auf einem Halbleiterwafer derart strukturiert wird, daß eine
Ausnehmung erzeugt wird, und wobei

(b)

ein zweiter Halbleiterwafer derart mit dem Ersten verbunden wird, daß durch die
Ausnehmung ein abgeschlossener Hohlraum definiert wird, und wobei

(c)

einer der Wafer gedünnt wird, um eine membranartige Struktur über dem
Hohlraum zu erzeugen, und wobei

(d)

elektronische Komponenten in dem gedünnten Halbleiterwafer erzeugt werden,
und wobei

(e)

eine weitere Zwischenschicht zwischen den beiden Halbleiterwafern vorgesehen
ist, die derart strukturiert wird, daß zusammen mit der Ausnehmung ein
Hohlraum definiert wird, und wobei
eine Öffnung zu dem Hohlraum erzeugt wird.

Stand der Technik:

DE-C-19543893 (D1) (Spalte 8, Zeile 25 bis Spalte 10, Zeile 45 und Spalte 4,
Zeile 64 bis Spalte 5, Zeile 8; Figuren 3a,4a,5 und 7) offenbart, außer dem
Merkmal des Schrittes (e), alle oben genannte Merkmale.

Vorteil der Erfindung:

Durch unterschiedliche Strukturierung der einzelnen Schichten können Hohlräume mit Bereichen unterschiedlicher Höhen erzeugt werden (Beschreibung, Seite 8, Zeilen 9-13).

Anspruch 1 erfüllt die Erfordernisse nach Art. 33 PCT.

[2]

Der unabhängige Anspruch 2 offenbart ebenfalls die Schritte (a) bis (d) wie in Anspruch 1, wobei

(e)

gleichzeitig mehrere mikro-elektromechanische Elemente hergestellt werden, die anschließend getrennt werden und wobei durch das Trennen (Vereinzeln) eine Öffnung zu dem Hohlraum (den Hohlräume) erzeugt wird.

Stand der Technik:

D1.

Vorteil der Erfindung:

Einfache Herstellung von Zugangsöffnungen (Beschreibung, Seite 11, Absatz 2).

Anspruch 2 erfüllt die Erfordernisse nach Art. 33 PCT.

[3]

Der unabhängige Anspruch 3 offenbart ebenfalls die Schritte (a) bis (b) wie in Anspruch 1, wobei:

(e)

die Zwischenschicht derart strukturiert wird, daß zwei Hohlräume und einem

Verbindungskanal erzeugt werden und wobei
eine Öffnung über einem der Hohlräume in der membranartigen Struktur erzeugt
wird.

Stand der Technik:

D1.

Vorteil der Erfindung:

Ermöglicht die Verwendung als Differenzdrucksensor mit einseitigen
Druckanschlüssen (Beschreibung, Seite 14, Absatz 1).

Anspruch 3 erfüllt die Erfordernisse nach Art. 33 PCT.

[4]

Der unabhängige Anspruch 4 offenbart ebenfalls die Schritte (a) bis (e) wie in
Anspruch 1, wobei:

(e)

mehrere Öffnungen in der membranartiger Struktur, zur Herstellung der
Trägerstruktur einer Masse eines Beschleunigungssensors, erzeugt werden.

Stand der Technik:

D1.

Vorteil der Erfindung:

Vereinfachte Herstellung eines Beschleunigungssensors (Beschreibung, Seite
15, Absatz 3 und Seite 16, Absatz 1).

Anspruch 4 erfüllt die Erfordernisse nach Art. 33 PCT.

Ansprüche 5 bis 15 sind wirklich abhängig und sind also auch neu und erfinderisch.

- 3 -

hohe Stückzahl mikro-elektromechanischer Komponenten aus einem Wafer gebildet wird.

Unterschiedliche Verfahren zum Herstellen von Halbleiterdruckfühlern sind ferner in der DE 3743080 A1 beschrieben.

In der DE-C-19543893 ist ein Verfahren zum Ausrichten von in einem Substrat zu erzeugenden Strukturen beschrieben, bei dem eine membranartige Struktur über einem Hohlraum gebildet wird. Zu diesem Zweck wird zunächst ein abgeschlossener Hohlraum zwischen zwei Substraten erzeugt, indem in einer Maskierungsschicht auf einem der Substrate eine Ausnehmung erzeugt wird, nachfolgend die beiden Substrate über die Maskierungsschicht verbunden werden und abschließend eines der Substrate gedünnt wird.

In der US-A-4586109 ist ein Verfahren zur Herstellung eines kapazitiven Drucksensors beschrieben. Zu diesem Zweck wird zunächst eine auf einem Substrat angeordnete Schicht strukturiert, so daß nach dem Verbinden des Substrats über die Schicht mit einem weiteren Substrat ein geschlossener Hohlraum gebildet ist. Dieser Hohlraum kann dann zur Erzeugung eines Relativdrucksensors über eines der Substrate geöffnet werden.

Aus der EP-A-639761 ist ein Verfahren zum Herstellen eines Differenzdrucksensors bekannt, bei dem eine Substratstruktur, in der ein mikromechanisches Element gebildet ist, mit einem Glassubstrat verbunden wird.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Verfahren zum Herstellen von mikro-elektromechanischen Elementen zu schaffen, das die Anwendung herkömmlicher Standardhalbleiterfertigungsprozesse zur Erzeugung elektronischer Komponenten in dem Wafer, in dem auch mikromechanische Elemente gebildet sind, ermöglicht, wobei die Verfahren die Erzeugung der mikro-elektromechanischen Elemente mit einer hohen Ausbeute ermöglicht und die erzeugten mikromechanischen

→ Seite 3a

- 3a -

Elemente flexibel einsetzbar sind.

Diese Aufgabe wird durch Verfahren gemäß den Ansprüchen 1, 2, 3 oder 4 gelöst.

Erfindungsgemäß bleibt der Hohlraum, der zusammen mit der membranartigen Struktur ein mikromechanisches Element

→ Seite 4

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen eines mikro-elektromechanischen Elements, mit folgenden Schritten:
 - a) Strukturieren einer ersten Zwischenschicht (4; 24), die auf eine erste Hauptoberfläche eines ersten Halbleiterwafers (2; 26) aufgebracht ist, um eine Ausnehmung (6; 20, 22, 30) zu erzeugen;
 - b) Verbinden des ersten Halbleiterwafers (2; 26) über die erste Zwischenschicht (4; 24) mit einem zweiten Halbleiterwafer (8; 28), derart, daß durch die Ausnehmung ein hermetisch abgeschlossener Hohlraum (12; 20, 22, 30) definiert wird;
 - c) Dünnen von einem der Wafer (2; 26) von einer der ersten Zwischenschicht (4; 24) abgewandten Oberfläche her, um eine membranartige Struktur (14; 32, 36) über dem Hohlraum (12; 20, 22) zu erzeugen;
 - d) Erzeugen elektronischer Komponenten (16) in dem gedünnten Halbleiterwafer (2; 26);

gekennzeichnet durch die Schritte des
 - e) Vorsehens zumindest einer weiteren Zwischenschicht zwischen den beiden Halbleiterwafern (2, 8; 26, 28), die vor dem Verbinden der beiden Halbleiterwafer strukturiert wird, derart, daß die Strukturierung in der zumindest einen weiteren Zwischenschicht und die Ausnehmung in der ersten Zwischenschicht den Hohlraum definieren; und
 - f) Erzeugens zumindest einer definierten Öffnung

- 2 -

(36), um einen Zugang zu dem hermetisch abgeschlossenen Hohlraum (20, 22) zu schaffen.

2. Verfahren zum Erzeugen eines mikro-elektromechanischen Elements, mit folgenden Schritten:

- a) Strukturieren einer ersten Zwischenschicht (4; 24), die auf eine erste Hauptoberfläche eines ersten Halbleiterwafers (2; 26) aufgebracht ist, um eine Ausnehmung (6; 20, 22, 30) zu erzeugen;
- b) Verbinden des ersten Halbleiterwafers (2; 26) über die erste Zwischenschicht (4; 24) mit einem zweiten Halbleiterwafer (8; 28), derart, daß durch die Ausnehmung ein hermetisch abgeschlossener Hohlraum (12; 20, 22, 30) definiert wird;
- c) Dünnen von einem der Wafer (2; 26) von einer der ersten Zwischenschicht (4; 24) abgewandten Oberfläche her, um eine membranartige Struktur (14; 32, 36) über dem Hohlraum (12; 20, 22) zu erzeugen; und
- d) Erzeugen elektronischer Komponenten (16) in dem gedünnten Halbleiterwafer (2; 26);

gekennzeichnet durch den Schritt des

- e) Vereinzelns einer Mehrzahl von mikro-elektromechanischen Strukturen, die in einem Wafer nach den Schritten a) bis d) gebildet werden, in Chips, wobei durch das Vereinzelns eine definierte Öffnung (36), um einen Zugang zu den hermetisch abgeschlossenen Hohlräumen (20, 22) zu schaffen, erzeugt wird.

3. Verfahren zum Erzeugen eines mikro-elektromechanischen Elements, mit folgenden Schritten:

- a) Strukturieren einer ersten Zwischenschicht (24), die auf eine erste Hauptoberfläche eines ersten Halbleiterwafers (26) aufgebracht ist, um eine Ausnehmung (20, 22, 30) zu erzeugen;
- b) Verbinden des ersten Halbleiterwafers (26) über die erste Zwischenschicht (24) mit einem zweiten Halbleiterwafer (28), derart, daß durch die Ausnehmung ein hermetisch abgeschlossener Hohlraum (20, 22, 30) definiert wird;
- c) Dünnen von einem der Wafer (26) von einer der ersten Zwischenschicht (24) abgewandten Oberfläche her, um eine membranartige Struktur (14; 32, 36) über dem Hohlraum (20, 22) zu erzeugen;
- d) Erzeugen elektronischer Komponenten (16) in dem gedünnten Halbleiterwafer (26);

dadurch gekennzeichnet, daß

im Schritt a) die Zwischenschicht derart strukturiert wird, daß nach dem Verbinden der beiden Wafer (26, 28) mindestens zwei hermetisch abgeschlossene Hohlräume (20, 22), die über einen Kanal (30) verbunden sind, definiert werden, über denen nach dem Schritt c) jeweils eine membranartige Struktur (32, 34) angeordnet ist,

und daß das Verfahren ferner den Schritt e) des Öffnens einer definierte Öffnung (36) durch die membranartige Struktur (34) über einem der Hohlräume (22) erzeugt wird, aufweist.

4. Verfahren zum Erzeugen eines mikro-elektromechanischen Elements, mit folgenden Schritten:

- a) Strukturieren einer ersten Zwischenschicht (4; 24), die auf eine erste Hauptoberfläche eines ersten Halbleiterwafers (2; 26) aufgebracht ist, um eine Ausnehmung (6; 20, 22, 30) zu erzeugen;
 - b) Verbinden des ersten Halbleiterwafers (2; 26) über die erste Zwischenschicht (4; 24) mit einem zweiten Halbleiterwafer (8; 28), derart, daß durch die Ausnehmung ein hermetisch abgeschlossener Hohlraum (12; 20, 22, 30) definiert wird;
 - c) Dünnen von einem der Wafer (2; 26) von einer der ersten Zwischenschicht (4; 24) abgewandten Oberfläche her, um eine membranartige Struktur (14; 32, 36) über dem Hohlraum (12; 20, 22) zu erzeugen; und
 - d) Erzeugen elektronischer Komponenten (16) in dem gedünnten Halbleiterwafer (2; 26);
- gekennzeichnet durch den Schritt des
- e) Erzeugens einer Mehrzahl von definierten Öffnungen in dem membranartigen Struktur, derart, daß die membranartige Struktur nach dem Erzeugen der Öffnungen eine Trägerstruktur für die bewegliche Masse eines Beschleunigungssensors bildet.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem auf die Hauptoberfläche des zweiten Halbleiterwafers (8), der über die Zwischenschicht (4) mit dem ersten Halbleiterwafer (2) verbunden wird, vor dem Verbinden eine zweite Zwischenschicht (10) aufgebracht wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem die zweite Zwischenschicht strukturiert wird, derart, daß nach dem Verbinden die Strukturierung der zweiten Zwischenschicht und die Ausnehmung in der ersten Zwischenschicht den Hohl-

raum definieren.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem durch die Verwendung mehrerer Zwischenschichten ein Hohlraum mit Bereichen variabler Höhe erzeugt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem der erste und der zweite Wafer (2, 8; 26, 28) aus Silizium bestehen.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Zwischenschichten aus einem Oxid, aus Polysilizium, aus einem Nitrid oder aus Metall bestehen.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Zwischenschichten (24) derart strukturiert werden, daß nach dem Verbinden der beiden Wafer (26, 28) mehrere, durch Kanäle (30) verbundene, nach außen hermetisch abgeschlossene Hohlräume (20, 22) definiert sind.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem das Verbinden im Schritt b) in einem Vakuum durchgeführt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem als erster (2; 26) und/oder zweiter (8; 28) Wafer ein SOI-Wafer verwendet wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei dem die zumindest eine definierte Öffnung (36) in der membranartigen Struktur (34) erzeugt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem das Erzeugen der zumindest einen definierten Öffnung (36) in der membranartigen Struktur (34) mit einer Nadel, einer Klinge, durch die Verwendung einer gepulsten Laserstrahlung oder durch Ätzen erfolgt.

15. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem der Kanal (30) im Schritt a) labyrinthartig strukturiert wird, derart, daß beim Erzeugen der Öffnung entstehende Störprodukte an einem Passieren des Kanals gehindert sind.

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESEN

Absender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

④ IPER

An:

SCHOPPE, Fritz
SCHOPPE, ZIMMERMANN & STÖCKELER
Postfach 71 08 67
81458 München
ALLEMAGNE

PCT

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG
DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN
PRÜFUNGSBERICHTS
(Regel 71.1 PCT)

Absendedatum
(Tag/Monat/Jahr) 28.03.2001

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts
FH990907PCT

WICHTIGE MITTEILUNG

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP99/07204

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)
29/09/1999

Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)
15/12/1998

Anmelder
FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER...et al.

1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiermit den zu der internationalen Anmeldung erstellten internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
2. Eine Kopie des Berichts wird - gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen - dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
3. Auf Wunsch eines ausgewählten Amtes wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.

4. ERINNERUNG

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde



Europäisches Patentamt - P.B. 5818 Patentlaan 2
NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas
Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl
Fax: +31 70 340 - 3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Dekker, M

Tel. +31 70 340-4046





VERTRAG ÜBER INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts FH990907PCT	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/07204	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 29/09/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 15/12/1998
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G01L13/02		
Anmelder FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER...et al.		
<p>1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.</p> <p>2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 9 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).</p> <p>Diese Anlagen umfassen insgesamt 8 Blätter.</p>		
<p>3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:</p> <ul style="list-style-type: none"> I <input checked="" type="checkbox"/> Grundlage des Berichts II <input type="checkbox"/> Priorität III <input type="checkbox"/> Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit IV <input checked="" type="checkbox"/> Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung V <input checked="" type="checkbox"/> Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung VI <input type="checkbox"/> Bestimmte angeführte Unterlagen VII <input type="checkbox"/> Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung VIII <input type="checkbox"/> Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung 		
Datum der Einreichung des Antrags 03/07/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 28.03.2001	
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt - P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl Fax: +31 70 340 - 3016	Bevollmächtigter Bediensteter Van Assche, P Tel. Nr. +31 70 340 2185 	

I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

Beschreibung, Seiten:

1,2,4-17	ursprüngliche Fassung			
3,3A	eingegangen am	10/01/2001	mit Schreiben vom	10/01/2001

Patentansprüche, Nr.:

1-15	eingegangen am	10/01/2001	mit Schreiben vom	10/01/2001
------	----------------	------------	-------------------	------------

Zeichnungen, Blätter:

1/2,2/2	ursprüngliche Fassung
---------	-----------------------

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
- ☐ Ansprüche, Nr.:
- ☐ Zeichnungen, Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

IV. Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung

1. Auf die Aufforderung zur Einschränkung der Ansprüche oder zur Zahlung zusätzlicher Gebühren hat der Anmelder:

- ☐ die Ansprüche eingeschränkt.
- ☐ zusätzliche Gebühren entrichtet.
- ☐ zusätzliche Gebühren unter Widerspruch entrichtet.
- ☐ weder die Ansprüche eingeschränkt noch zusätzliche Gebühren entrichtet.

2. ☒ Die Behörde hat festgestellt, daß das Erfordernis der Einheitlichkeit der Erfindung nicht erfüllt ist, und hat gemäß Regel 68.1 beschlossen, den Anmelder nicht zur Einschränkung der Ansprüche oder zur Zahlung zusätzlicher Gebühren aufzufordern.

3. Die Behörde ist der Auffassung, daß das Erfordernis der Einheitlichkeit der Erfindung nach den Regeln 13.1, 13.2 und 13.3

- ☐ erfüllt ist
- ☒ aus folgenden Gründen nicht erfüllt ist:
siehe Beiblatt

4. Daher wurde zur Erstellung dieses Berichts eine internationale vorläufige Prüfung für folgende Teile der internationalen Anmeldung durchgeführt:

- ☒ alle Teile.
- ☐ die Teile, die sich auf die Ansprüche Nr. beziehen.

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-15
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-15
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-15
	Nein: Ansprüche	

**2. Unterlagen und Erklärungen
siehe Beiblatt**

Zu Punkt IV

Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung

Abgesehen von dem gemeinsamen Oberbegriff, beziehen sich die unabhängigen Ansprüche 1 bis 4 auf:

--das Vorsehen von zumindest einer weiteren Zwischenschicht zwischen den beiden Wafern. Alle Zwischenschichten werden derart strukturiert, daß ein Hohlraum zwischen den Wafern erzeugt wird. Eine Öffnung gibt Zugang zu dieser Hohlraum (Anspruch 1)

--das Vereinzeln einer Waferstruktur in Chips, wobei durch das Vereinzeln eine Öffnung nach Anspruch 1 erzeugt wird (Anspruch 2)

--das Strukturieren einer Zwischenschicht zum Erzeugen von zwei Hohlräumen mit einem Verbindungskanal. Eine Öffnung über einem der Hohlräume wird in der membranartigen Struktur erzeugt (Anspruch 3)

-- das Erzeugen von mehreren Öffnungen in der membranartiger Struktur zur Herstellung von einer Trägerstruktur einer Masse eines Beschleunigungssensors (Anspruch 4)

Alle technischen Merkmale nach dem Oberbegriff dieser Ansprüche sind bekannt und veröffentlicht in DE-C-19543893 (D1).

Weitere gemeinsame technische Merkmale, sowie die Anwesenheit eines Hohlraums und einer Zugangsöffnung, sind auch an sich bekannt und veröffentlicht in D1 bzw. US-A-4586109 (Spalte 6, Zeilen 13-19).

Die übrigen besonderen technischen Merkmale [(1) eine weitere strukturierte Zwischenschicht, (2) durch Vereinzeln erzeugte Öffnung, (3) zwei Hohlräume mit Verbindungskanal und Öffnung über einem der Hohlräume und (4) Herstellung einer Trägerstruktur einer Masse in der Membran] sind also nicht gemeinsam oder gleichwertig im Sinne der Regel 13.2 PCT.

Zu Punkt V

**Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der
erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und
Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

[1]

Die vorliegende Anmeldung offenbart ein Verfahren zur Herstellung eines mikro-
elektromechanischen Elementes, wobei nach Anspruch 1:

(a)

eine Schicht auf einem Halbleiterwafer derart strukturiert wird, daß eine
Ausnehmung erzeugt wird, und wobei

(b)

ein zweiter Halbleiterwafer derart mit dem Ersten verbunden wird, daß durch die
Ausnehmung ein abgeschlossener Hohlraum definiert wird, und wobei

(c)

einer der Wafer gedünnt wird, um eine membranartige Struktur über dem
Hohlraum zu erzeugen, und wobei

(d)

elektronische Komponenten in dem gedünnten Halbleiterwafer erzeugt werden,
und wobei

(e)

eine weitere Zwischenschicht zwischen den beiden Halbleiterwafern vorgesehen
ist, die derart strukturiert wird, daß zusammen mit der Ausnehmung ein
Hohlraum definiert wird, und wobei
eine Öffnung zu dem Hohlraum erzeugt wird.

Stand der Technik:

DE-C-19543893 (D1) (Spalte 8, Zeile 25 bis Spalte 10, Zeile 45 und Spalte 4,
Zeile 64 bis Spalte 5, Zeile 8; Figuren 3a,4a,5 und 7) offenbart, außer dem
Merkmal des Schrittes (e), alle oben genannte Merkmale.

Vorteil der Erfindung:

Durch unterschiedliche Strukturierung der einzelnen Schichten können Hohlräume mit Bereichen unterschiedlicher Höhen erzeugt werden (Beschreibung, Seite 8, Zeilen 9-13).

Anspruch 1 erfüllt die Erfordernisse nach Art. 33 PCT.

[2]

Der unabhängige Anspruch 2 offenbart ebenfalls die Schritte (a) bis (d) wie in Anspruch 1, wobei

(e)

gleichzeitig mehrere mikro-elektromechanische Elemente hergestellt werden, die anschließend getrennt werden und wobei durch das Trennen (Vereinzeln) eine Öffnung zu dem Hohlraum (den Hohlräume) erzeugt wird.

Stand der Technik:

D1.

Vorteil der Erfindung:

Einfache Herstellung von Zugangsöffnungen (Beschreibung, Seite 11, Absatz 2).

Anspruch 2 erfüllt die Erfordernisse nach Art. 33 PCT.

[3]

Der unabhängige Anspruch 3 offenbart ebenfalls die Schritte (a) bis (b) wie in Anspruch 1, wobei:

(e)

die Zwischenschicht derart strukturiert wird, daß zwei Hohlräume und einem

Verbindungskanal erzeugt werden und wobei eine Öffnung über einem der Hohlräume in der membranartigen Struktur erzeugt wird.

Stand der Technik:

D1.

Vorteil der Erfindung:

Ermöglicht die Verwendung als Differenzdrucksensor mit einseitigen Druckanschlüssen (Beschreibung, Seite 14, Absatz 1).

Anspruch 3 erfüllt die Erfordernisse nach Art. 33 PCT.

[4]

Der unabhängige Anspruch 4 offenbart ebenfalls die Schritte (a) bis (e) wie in Anspruch 1, wobei:

(e)
mehrere Öffnungen in der membranartigen Struktur, zur Herstellung der Trägerstruktur einer Masse eines Beschleunigungssensors, erzeugt werden.

Stand der Technik:

D1.

Vorteil der Erfindung:

Vereinfachte Herstellung eines Beschleunigungssensors (Beschreibung, Seite 15, Absatz 3 und Seite 16, Absatz 1).

Anspruch 4 erfüllt die Erfordernisse nach Art. 33 PCT.

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER
PRÜFUNGSBERICHT - BEIBLATT**

Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/07204

Ansprüche 5 bis 15 sind wirklich abhängig und sind also auch neu und erfinderisch.

hohe Stückzahl mikro-elektromechanischer Komponenten aus einem Wafer gebildet wird.

Unterschiedliche Verfahren zum Herstellen von Halbleiterdruckfühlern sind ferner in der DE 3743080 A1 beschrieben.

In der DE-C-19543893 ist ein Verfahren zum Ausrichten von in einem Substrat zu erzeugenden Strukturen beschrieben, bei dem eine membranartige Struktur über einem Hohlraum gebildet wird. Zu diesem Zweck wird zunächst ein abgeschlossener Hohlraum zwischen zwei Substraten erzeugt, indem in einer Maskierungsschicht auf einem der Substrate eine Ausnehmung erzeugt wird, nachfolgend die beiden Substrate über die Maskierungsschicht verbunden werden und abschließend eines der Substrate gedünnt wird.

In der US-A-4586109 ist ein Verfahren zur Herstellung eines kapazitiven Drucksensors beschrieben. Zu diesem Zweck wird zunächst eine auf einem Substrat angeordnete Schicht strukturiert, so daß nach dem Verbinden des Substrats über die Schicht mit einem weiteren Substrat ein geschlossener Hohlraum gebildet ist. Dieser Hohlraum kann dann zur Erzeugung eines Relativdrucksensors über eines der Substrate geöffnet werden.

Aus der EP-A-639761 ist ein Verfahren zum Herstellen eines Differenzdrucksensors bekannt, bei dem eine Substratstruktur, in der ein mikromechanisches Element gebildet ist, mit einem Glassubstrat verbunden wird.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Verfahren zum Herstellen von mikro-elektromechanischen Elementen zu schaffen, das die Anwendung herkömmlicher Standardhalbleiterfertigungsprozesse zur Erzeugung elektronischer Komponenten in dem Wafer, in dem auch mikromechanische Elemente gebildet sind, ermöglicht, wobei die Verfahren die Erzeugung der mikro-elektromechanischen Elemente mit einer hohen Ausbeute ermöglicht und die erzeugten mikromechanischen

→ Seite 3a

- 3a -

Elemente flexibel einsetzbar sind.

Diese Aufgabe wird durch Verfahren gemäß den Ansprüchen 1, 2, 3 oder 4 gelöst.

Erfindungsgemäß bleibt der Hohlraum, der zusammen mit der membranartigen Struktur ein mikromechanisches Element

→ Seite 4

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen eines mikro-elektromechanischen Elements, mit folgenden Schritten:

- a) Strukturieren einer ersten Zwischenschicht (4; 24), die auf eine erste Hauptoberfläche eines ersten Halbleiterwafers (2; 26) aufgebracht ist, um eine Ausnehmung (6; 20, 22, 30) zu erzeugen;
- b) Verbinden des ersten Halbleiterwafers (2; 26) über die erste Zwischenschicht (4; 24) mit einem zweiten Halbleiterwafer (8; 28), derart, daß durch die Ausnehmung ein hermetisch abgeschlossener Hohlraum (12; 20, 22, 30) definiert wird;
- c) Dünnen von einem der Wafer (2; 26) von einer der ersten Zwischenschicht (4; 24) abgewandten Oberfläche her, um eine membranartige Struktur (14; 32, 36) über dem Hohlraum (12; 20, 22) zu erzeugen;
- d) Erzeugen elektronischer Komponenten (16) in dem gedünnten Halbleiterwafer (2; 26);

gekennzeichnet durch die Schritte des
- e) Vorsehens zumindest einer weiteren Zwischenschicht zwischen den beiden Halbleiterwafern (2, 8; 26, 28), die vor dem Verbinden der beiden Halbleiterwafer strukturiert wird, derart, daß die Strukturierung in der zumindest einen weiteren Zwischenschicht und die Ausnehmung in der ersten Zwischenschicht den Hohlraum definieren; und
- f) Erzeugens zumindest einer definierten Öffnung

- 2 -

(36), um einen Zugang zu dem hermetisch abgeschlossenen Hohlraum (20, 22) zu schaffen.

2. Verfahren zum Erzeugen eines mikro-elektromechanischen Elements, mit folgenden Schritten:

- a) Strukturieren einer ersten Zwischenschicht (4; 24), die auf eine erste Hauptoberfläche eines ersten Halbleiterwafers (2; 26) aufgebracht ist, um eine Ausnehmung (6; 20, 22, 30) zu erzeugen;
- b) Verbinden des ersten Halbleiterwafers (2; 26) über die erste Zwischenschicht (4; 24) mit einem zweiten Halbleiterwafer (8; 28), derart, daß durch die Ausnehmung ein hermetisch abgeschlossener Hohlraum (12; 20, 22, 30) definiert wird;
- c) Dünnen von einem der Wafer (2; 26) von einer der ersten Zwischenschicht (4; 24) abgewandten Oberfläche her, um eine membranartige Struktur (14; 32, 36) über dem Hohlraum (12; 20, 22) zu erzeugen; und
- d) Erzeugen elektronischer Komponenten (16) in dem gedünnten Halbleiterwafer (2; 26);

gekennzeichnet durch den Schritt des

- e) Vereinzeln einer Mehrzahl von mikro-elektromechanischen Strukturen, die in einem Wafer nach den Schritten a) bis d) gebildet werden, in Chips, wobei durch das Vereinzeln eine definierte Öffnung (36), um einen Zugang zu den hermetisch abgeschlossenen Hohlräumen (20, 22) zu schaffen, erzeugt wird.

3. Verfahren zum Erzeugen eines mikro-elektromechanischen Elements, mit folgenden Schritten:

- a) Strukturieren einer ersten Zwischenschicht (24), die auf eine erste Hauptoberfläche eines ersten Halbleiterwafers (26) aufgebracht ist, um eine Ausnehmung (20, 22, 30) zu erzeugen;
- b) Verbinden des ersten Halbleiterwafers (26) über die erste Zwischenschicht (24) mit einem zweiten Halbleiterwafer (28), derart, daß durch die Ausnehmung ein hermetisch abgeschlossener Hohlraum (20, 22, 30) definiert wird;
- c) Dünnen von einem der Wafer (26) von einer der ersten Zwischenschicht (24) abgewandten Oberfläche her, um eine membranartige Struktur (14; 32, 36) über dem Hohlraum (20, 22) zu erzeugen;
- d) Erzeugen elektronischer Komponenten (16) in dem gedünnten Halbleiterwafer (26);

dadurch gekennzeichnet, daß

im Schritt a) die Zwischenschicht derart strukturiert wird, daß nach dem Verbinden der beiden Wafer (26, 28) mindestens zwei hermetisch abgeschlossene Hohlräume (20, 22), die über einen Kanal (30) verbunden sind, definiert werden, über denen nach dem Schritt c) jeweils eine membranartige Struktur (32, 34) angeordnet ist,

und daß das Verfahren ferner den Schritt e) des Öffnens einer definierte Öffnung (36) durch die membranartige Struktur (34) über einem der Hohlräume (22) erzeugt wird, aufweist.

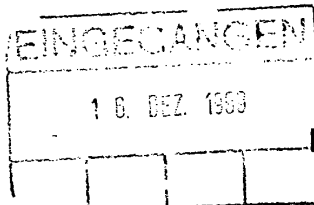
4. Verfahren zum Erzeugen eines mikro-elektromechanischen Elements, mit folgenden Schritten:

- a) Strukturieren einer ersten Zwischenschicht (4; 24), die auf eine erste Hauptoberfläche eines ersten Halbleiterwafers (2; 26) aufgebracht ist, um eine Ausnehmung (6; 20, 22, 30) zu erzeugen;
 - b) Verbinden des ersten Halbleiterwafers (2; 26) über die erste Zwischenschicht (4; 24) mit einem zweiten Halbleiterwafer (8; 28), derart, daß durch die Ausnehmung ein hermetisch abgeschlossener Hohlraum (12; 20, 22, 30) definiert wird;
 - c) Dünnen von einem der Wafer (2; 26) von einer der ersten Zwischenschicht (4; 24) abgewandten Oberfläche her, um eine membranartige Struktur (14; 32, 36) über dem Hohlraum (12; 20, 22) zu erzeugen; und
 - d) Erzeugen elektronischer Komponenten (16) in dem gedünnten Halbleiterwafer (2; 26);
- gekennzeichnet durch den Schritt des
- e) Erzeugens einer Mehrzahl von definierten Öffnungen in dem membranartigen Struktur, derart, daß die membranartige Struktur nach dem Erzeugen der Öffnungen eine Trägerstruktur für die bewegliche Masse eines Beschleunigungssensors bildet.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem auf die Hauptoberfläche des zweiten Halbleiterwafers (8), der über die Zwischenschicht (4) mit dem ersten Halbleiterwafer (2) verbunden wird, vor dem Verbinden eine zweite Zwischenschicht (10) aufgebracht wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem die zweite Zwischenschicht strukturiert wird, derart, daß nach dem Verbinden die Strukturierung der zweiten Zwischenschicht und die Ausnehmung in der ersten Zwischenschicht den Hohl-

raum definieren.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem durch die Verwendung mehrerer Zwischenschichten ein Hohlraum mit Bereichen variabler Höhe erzeugt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem der erste und der zweite Wafer (2, 8; 26, 28) aus Silizium bestehen.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Zwischenschichten aus einem Oxid, aus Polysilizium, aus einem Nitrid oder aus Metall bestehen.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Zwischenschichten (24) derart strukturiert werden, daß nach dem Verbinden der beiden Wafer (26, 28) mehrere, durch Kanäle (30) verbundene, nach außen hermetisch abgeschlossene Hohlräume (20, 22) definiert sind.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem das Verbinden im Schritt b) in einem Vakuum durchgeführt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem als erster (2; 26) und/oder zweiter (8; 28) Wafer ein SOI-Wafer verwendet wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei dem die zumindest eine definierte Öffnung (36) in der membranartigen Struktur (34) erzeugt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem das Erzeugen der zumindest einen definierten Öffnung (36) in der membranartigen Struktur (34) mit einer Nadel, einer Klinge, durch die Verwendung einer gepulsten Laserstrahlung oder durch Ätzen erfolgt.

15. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem der Kanal (30) im Schritt a) labyrinthartig strukturiert wird, derart, daß beim Erzeugen der Öffnung entstehende Störprodukte an einem Passieren des Kanals gehindert sind.



PATENT COOPERATION TREATY

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

SCHOPPE, Fritz
 Schoppe, Zimmermann & Stöckeler
 Postfach 71 08 67
 D-81458 München
 ALLEMAGNE

NOTIFICATION CONCERNING
 SUBMISSION OR TRANSMITTAL
 OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

Date of mailing (day/month/year) 06 December 1999 (06.12.99)	
Applicant's or agent's file reference FH990907PCT	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT/EP99/07204	International filing date (day/month/year) 29 September 1999 (29.09.99)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 15 December 1998 (15.12.98)
Applicant FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E. V. et al	

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, **the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c)** which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, **the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c)** which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
15 Dec 1998 (15.12.98)	198 57 741.9	DE	30 Nove 1999 (30.11.99)
18 June 1999 (18.06.99)	199 27 970.5-33	DE	NR

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer Taieb Akremi <i>TA</i> Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	---

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING SUBMISSION OR TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

SCHOPPE, Fritz
Schoppe, Zimmermann & Stöckeler
Postfach 71 08 67
D-81458 München
ALLEMAGNE

10. DEZ 1999

Date of mailing (day/month/year) 08 December 1999 (08.12.99)	
Applicant's or agent's file reference FH990907PCT	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT/EP99/07204	International filing date (day/month/year) 29 September 1999 (29.09.99)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 15 December 1998 (15.12.98)
Applicant FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E. V. et al	

- The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR" in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
- This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
- An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
- The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

Priority date	Priority application No.	Country or regional Office or PCT receiving Office	Date of receipt of priority document
15 Dec 1998 (15.12.98)	198 57 741.9	DE	30 Nov 1999 (30.11.99)
18 June 1999 (18.06.99)	199 27 970.5	DE	30 Nov 1999 (30.11.99)

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer G. Bähr Telephone No. (41-22) 338.49.88
--	--

PATENT COOPERATION TREATY

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCT

NOTIFICATION OF RECEIPT OF RECORD COPY

(PCT Rule 24.2(a))

EINGEGANGEN

To:

SCHOPPE, Fritz
Schoppe, Zimmermann & Stöckeler
Postfach 71 08 67
D-81458 München
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 17 November 1999 (17.11.99)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference FH990907PCT ✓	International application No. PCT/EP99/07204 ✓

The applicant is hereby notified that the International Bureau has received the record copy of the international application as detailed below.

Name(s) of the applicant(s) and State(s) for which they are applicants:

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E. V. (for all designated States except US)
NEUMEIER, Karl et al (for US)

International filing date : 29 September 1999 (29.09.99) ✓
Priority date(s) claimed : 15 December 1998 (15.12.98) ✓
18 June 1999 (18.06.99)
Date of receipt of the record copy by the International Bureau : 05 November 1999 (05.11.99)
List of designated Offices :

EP : AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE
National : US

ATTENTION

The applicant should carefully check the data appearing in this Notification. In case of any discrepancy between these data and the indications in the international application, the applicant should immediately inform the International Bureau.

In addition, the applicant's attention is drawn to the information contained in the Annex, relating to:

- ☒ time limits for entry into the national phase
- ☒ confirmation of precautionary designations
- ☒ requirements regarding priority documents

A copy of this Notification is being sent to the receiving Office and to the International Searching Authority.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer: G. Bähr
Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Telephone No. (41-22) 338.83.38

INFORMATION ON TIME LIMITS FOR ENTERING THE NATIONAL PHASE

The applicant is reminded that the "national phase" must be entered before each of the designated Offices indicated in the Notification of Receipt of Record Copy (Form PCT/IB/301) by paying national fees and furnishing translations, as prescribed by the applicable national laws.

The time limit for performing these procedural acts is **20 MONTHS** from the priority date or, for those designated States which the applicant elects in a demand for international preliminary examination or in a later election, **30 MONTHS** from the priority date, provided that the election is made before the expiration of 19 months from the priority date. Some designated (or elected) Offices have fixed time limits which expire even later than 20 or 30 months from the priority date. In other Offices an extension of time or grace period, in some cases upon payment of an additional fee, is available.

In addition to these procedural acts, the applicant may also have to comply with other special requirements applicable in certain Offices. It is the applicant's responsibility to ensure that the necessary steps to enter the national phase are taken in a timely fashion. Most designated Offices do not issue reminders to applicants in connection with the entry into the national phase.

For detailed information about the procedural acts to be performed to enter the national phase before each designated Office, the applicable time limits and possible extensions of time or grace periods, and any other requirements, see the relevant Chapters of Volume II of the PCT Applicant's Guide. Information about the requirements for filing a demand for international preliminary examination is set out in Chapter IX of Volume I of the PCT Applicant's Guide.

GR and ES became bound by PCT Chapter II on 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, and may, therefore, be elected in a demand or a later election filed on or after 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, regardless of the filing date of the international application. (See second paragraph above.)

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

CONFIRMATION OF PRECAUTIONARY DESIGNATIONS

This notification lists only specific designations made under Rule 4.9(a) in the request. It is important to check that these designations are correct. Errors in designations can be corrected where precautionary designations have been made under Rule 4.9(b). The applicant is hereby reminded that any precautionary designations may be confirmed according to Rule 4.9(c) before the expiration of 15 months from the priority date. If it is not confirmed, it will automatically be regarded as withdrawn by the applicant. There will be no reminder and no invitation. Confirmation of a designation consists of the filing of a notice specifying the designated State concerned (with an indication of the kind of protection or treatment desired) and the payment of the designation and confirmation fees. Confirmation must reach the receiving Office within the 15-month time limit.

REQUIREMENTS REGARDING PRIORITY DOCUMENTS

For applicants who have not yet complied with the requirements regarding priority documents, the following is recalled.

Where the priority of an earlier national, regional or international application is claimed, the applicant must submit a copy of the said earlier application, certified by the authority with which it was filed ("the priority document") to the receiving Office (which will transmit it to the International Bureau) or directly to the International Bureau, before the expiration of 16 months from the priority date, provided that any such priority document may still be submitted to the International Bureau before that date of international publication of the international application, in which case that document will be considered to have been received by the International Bureau on the last day of the 16-month time limit (Rule 17.1(a)).

Where the priority document is issued by the receiving Office, the applicant may, instead of submitting the priority document, request the receiving Office to prepare and transmit the priority document to the International Bureau. Such request must be made before the expiration of the 16-month time limit and may be subjected by the receiving Office to the payment of a fee (Rule 17.1(b)).

If the priority document concerned is not submitted to the International Bureau or if the request to the receiving Office to prepare and transmit the priority document has not been made (and the corresponding fee, if any, paid) within the applicable time limit indicated under the preceding paragraphs, any designated State may disregard the priority claim, provided that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

Where several priorities are claimed, the priority date to be considered for the purposes of computing the 16-month time limit is the filing date of the earliest application whose priority is claimed.

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

To:

SCHOPPE, Fritz
Schoppe, Zimmermann & Stöckeler
Postfach 71 08 67
D-81458 München
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 22 June 2000 (22.06.00)		
Applicant's or agent's file reference FH990907PCT		IMPORTANT NOTICE
International application No. PCT/EP99/07204	International filing date (day/month/year) 29 September 1999 (29.09.99)	Priority date (day/month/year) 15 December 1998 (15.12.98)
Applicant FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. et al		

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:

US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

EP

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 22 June 2000 (22.06.00) under No. WO 00/36387

REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer J. Zahra
Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Telephone No. (41-22) 338.83.38

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

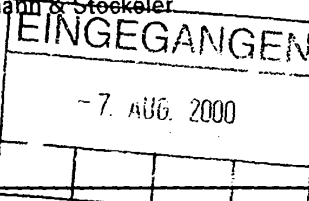
INFORMATION CONCERNING ELECTED
OFFICES NOTIFIED OF THEIR ELECTION

(PCT Rule 61.3)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

SCHOPPE, Fritz
 Schoppe, Zimmermann & Stöckeler
 Postfach 71 08 67
 D-81458 München
 ALLEMAGNE



Date of mailing (day/month/year) 27 July 2000 (27.07.00)		
Applicant's or agent's file reference FH990907PCT		IMPORTANT INFORMATION
International application No. PCT/EP99/07204	International filing date (day/month/year) 29 September 1999 (29.09.99)	Priority date (day/month/year) 15 December 1998 (15.12.98)
Applicant FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. et al		

1. The applicant is hereby informed that the International Bureau has, according to Article 31(7), notified each of the following Offices of its election:

EP : AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE
 National : US

2. The following Offices have waived the requirement for the notification of their election; the notification will be sent to them by the International Bureau only upon their request:

None

3. The applicant is reminded that he must enter the "national phase" before the expiration of 30 months from the priority date before each of the Offices listed above. This must be done by paying the national fee(s) and furnishing, if prescribed, a translation of the international application (Article 39(1)(a)), as well as, where applicable, by furnishing a translation of any annexes of the international preliminary examination report (Article 36(3)(b) and Rule 74.1).

Some offices have fixed time limits expiring later than the above-mentioned time limit. For detailed information about the applicable time limits and the acts to be performed upon entry into the national phase before a particular Office, see Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The entry into the European regional phase is postponed until 31 months from the priority date for all States designated for the purposes of obtaining a European patent.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer: Charlotte ENGER <i>CE</i> Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	---

m.H

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts FH990907PCT	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 99/ 07204	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 29/09/1999
	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 15/12/1998
Anmelder FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER...et al.	

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.



Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.



Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das



in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.



zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.



bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.



bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.



Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.



Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung



wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.



wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung



wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.



wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 2



wie vom Anmelder vorgeschlagen



keine der Abb.



weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.



weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

/EP 99/07204

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01L13/02 G01L9/12 G01L9/06 G01P15/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01L G01P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 586 109 A (A.J. PETERS ET AL.) 29. April 1986 (1986-04-29)	1-3, 5, 6, 8
Y	Spalte 4, Zeile 37 - Spalte 7, Zeile 24; Abbildungen	4, 7, 9
A	--- L.J. SPANGLER ET AL.: "A BULK SILICON SOI PROCESS FOR ACTIVE INTEGRATED SENSORS" SENSORS AND ACTUATORS A., Bd. A24, Nr. 2, Juli 1990 (1990-07), Seiten 117-122, XP000148921 ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE., CH ISSN: 0924-4247	1
Y	Seite 120, Spalte 2, Absatz 3; Abbildung 6	9
A	--- EP 0 702 221 A (DELCO ELECTRONICS CORPORATION) 20. März 1996 (1996-03-20) Zusammenfassung; Abbildung 1 --- -/-	1

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. Januar 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/01/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Assche, P

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH GEGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 4 513 348 A (D.H. GRANTHAM) 23. April 1985 (1985-04-23) das ganze Dokument ---	4
Y	EP 0 639 761 A (CSEM, CENTRE SUISSE D'ELECTRONIQUE ET DE MICROTECHNIQUE S.A.) 22. Februar 1995 (1995-02-22) Spalte 5, Zeile 39 -Spalte 6, Zeile 58; Abbildungen 3-5 -----	7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/07204

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4586109	A	29-04-1986	NONE	
EP 702221	A	20-03-1996	JP 8097439 A	12-04-1996
			US 5719069 A	17-02-1998
US 4513348	A	23-04-1985	NONE	
EP 639761	A	22-02-1995	CH 688745 A	13-02-1998
			FI 943048 A	26-12-1994
			JP 7027646 A	31-01-1995
			NO 942410 A	27-12-1994

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

③ Search
Report &
Refs.

Absender: INTERNATIONALE RECHERCHENBEHÖRDE

PCT

An
SCHOPPE, ZIMMERMANN & STÖCKELER
z.H. SCHOPPE, Fritz
Postfach 71 08 67
D-81458 München
GERMANY

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERMITTLUNG DES
INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHTS
ODER DER ERKLÄRUNG

(Regel 44.1 PCT)

21. JAN. 2000

<p>Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts FH990907PCT</p> <p>Internationales Aktenzeichen PCT/EP 99/ 07204</p> <p>Anmelder FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER...et al.</p>	<p>Absenddatum (Tag/Monat/Jahr) 25/01/2000</p> <p>WEITERES VORGEHEN siehe Punkte 1 und 4 unten</p> <p>Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 29/09/1999</p>
---	---

1. ☒ Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß der internationale Recherchenbericht erstellt wurde und ihm hiermit übermittelt wird.
Einreichung von Änderungen und einer Erklärung nach Artikel 19:
 Der Anmelder kann auf eigenen Wunsch die Ansprüche der internationalen Anmeldung ändern (siehe Regel 46):

Bis wann sind Änderungen einzureichen?
 Die Frist zur Einreichung solcher Änderungen beträgt üblicherweise zwei Monate ab der Übermittlung des internationalen Recherchenberichts; weitere Einzelheiten sind den Anmerkungen auf dem Beiblatt zu entnehmen.

Wo sind Änderungen einzureichen?
 Unmittelbar beim Internationalen Büro der WIPO, 34, CHEMIN des Colombettes, CH-1211 Genf 20,
 Telefaxnr.: (41-22) 740.14.35


Nähere Hinweise sind den Anmerkungen auf dem Beiblatt zu entnehmen.
2. ☐ Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß kein internationaler Recherchenbericht erstellt wird und daß ihm hiermit die Erklärung nach Artikel 17(2)a übermittelt wird.
3. ☐ **Hinsichtlich des Widerspruchs** gegen die Entrichtung einer zusätzlichen Gebühr (zusätzlicher Gebühren) nach Regel 40.2 wird dem Anmelder mitgeteilt, daß

☐ der Widerspruch und die Entscheidung hierüber zusammen mit seinem Antrag auf Übermittlung des Wortlauts sowohl des Widerspruchs als auch der Entscheidung hierüber an die Bestimmungsbüro dem Internationalen Büro übermittelt worden sind.

☐ noch keine Entscheidung über den Widerspruch vorliegt; der Anmelder wird benachrichtigt, sobald eine Entscheidung getroffen wurde.
4. **Weiteres Vorgehen:** Der Anmelder wird auf folgendes aufmerksam gemacht:
 Kurz nach Ablauf von **18 Monaten** seit dem Prioritätsdatum wird die internationale Anmeldung vom Internationalen Büro veröffentlicht. Will der Anmelder die Veröffentlichung verhindern oder auf einen späteren Zeitpunkt verschieben, so muß gemäß Regel 90 bis bzw. 90^{bis} 3 vor Abschluß der technischen Vorbereitungen für die internationale Veröffentlichung eine Erklärung über die Zurücknahme der internationalen Anmeldung oder des Prioritätsanspruchs beim Internationalen Büro eingehen.

 Innerhalb von **19 Monaten** seit dem Prioritätsdatum ist ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung einzureichen, wenn der Anmelder den Eintritt in die nationale Phase bis zu 30 Monaten seit dem Prioritätsdatum (in manchen Ämtern sogar noch länger) verschieben möchte.

 Innerhalb von **20 Monaten** seit dem Prioritätsdatum muß der Anmelder die für den Eintritt in die nationale Phase vorgeschriebenen Handlungen vor allen Bestimmungsbüro vornehmen, die nicht innerhalb von 19 Monaten seit dem Prioritätsdatum in der Anmeldung oder einer nachträglichen Auswahrklärung ausgewählt wurden oder nicht ausgewählt werden konnten, da für sie Kapitel II des Vertrages nicht verbindlich ist.

<p>Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016</p>	<p>Bevollmächtigter Bediensteter</p> <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Jeanne Bauer</p>
---	---

Diese Anmerkungen sollen grundlegende Hinweise zur Einreichung von Änderungen gemäß Artikel 19 geben. Diesen Anmerkungen liegen die Erfordernisse des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens (PCT), der Ausführungsordnung und der Verwaltungsrichtlinien zu diesem Vertrag zugrunde. Bei Abweichungen zwischen diesen Anmerkungen und obengenannten Texten sind letztere maßgebend. Nähere Einzelheiten sind dem PCT-Leitfaden für Anmelder, einer Veröffentlichung der WIPO, zu entnehmen.

Die in diesen Anmerkungen verwendeten Begriffe "Artikel", "Regel" und "Abschnitt" beziehen sich jeweils auf die Bestimmungen des PCT-Vertrags, der PCT-Ausführungsordnung bzw. der PCT-Verwaltungsrichtlinien.

HINWEISE ZU ÄNDERUNGEN GEMÄSS ARTIKEL 19

Nach Erhalt des internationalen Recherchenberichts hat der Anmelder die Möglichkeit, einmal die Ansprüche der internationalen Anmeldung zu ändern. Es ist jedoch zu betonen, daß, da alle Teile der internationalen Anmeldung (Ansprüche, Beschreibung und Zeichnungen) während des internationalen vorläufigen Prüfungsverfahrens geändert werden können, normalerweise keine Notwendigkeit besteht, Änderungen der Ansprüche nach Artikel 19 einzureichen, außer wenn der Anmelder z. B. zum Zwecke eines vorläufigen Schutzes die Veröffentlichung dieser Ansprüche wünscht oder ein anderer Grund für eine Änderung der Ansprüche vor ihrer internationalen Veröffentlichung vorliegt. Weiterhin ist zu beachten, daß ein vorläufiger Schutz nur in einigen Staaten erhältlich ist.

Welche Teile der internationalen Anmeldung können geändert werden?

Im Rahmen von Artikel 19 können nur die Ansprüche geändert werden.

In der internationalen Phase können die Ansprüche auch nach Artikel 34 vor der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde geändert (oder nochmals geändert) werden. Die Beschreibung und die Zeichnungen können nur nach Artikel 34 vor der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde geändert werden.

Beim Eintritt in die nationale Phase können alle Teile der internationalen Anmeldung nach Artikel 28 oder gegebenenfalls Artikel 41 geändert werden.

Bis wann sind Änderungen einzureichen?

Innerhalb von zwei Monaten ab der Übermittlung des internationalen Recherchenberichts oder innerhalb von sechzehn Monaten ab dem Prioritätsdatum, je nachdem, welche Frist später abläuft. Die Änderungen gelten jedoch als rechtzeitig eingereicht, wenn sie dem Internationalen Büro nach Ablauf der maßgebenden Frist, aber noch vor Abschluß der technischen Vorbereitungen für die internationale Veröffentlichung (Regel 46.1) zugehen.

Wo sind die Änderungen nicht einzureichen?

Die Änderungen können nur beim Internationalen Büro, nicht aber beim Anmeldeamt oder der Internationalen Recherchenbehörde eingereicht werden (Regel 46.2).

Falls ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung eingereicht wurde/wird, siehe unten.

In welcher Form können Änderungen erfolgen?

Eine Änderung kann erfolgen durch Streichung eines oder mehrerer ganzer Ansprüche, durch Hinzufügung eines oder mehrerer neuer Ansprüche oder durch Änderung des Wortlauts eines oder mehrerer Ansprüche in der eingereichten Fassung.

Für jedes Anspruchsblatt, das sich aufgrund einer oder mehrerer Änderungen von dem ursprünglich eingereichten Blatt unterscheidet, ist ein Ersatzblatt einzureichen.

Alle Ansprüche, die auf einem Ersatzblatt erscheinen, sind mit arabischen Ziffern zu numerieren. Wird ein Anspruch gestrichen, so brauchen, die anderen Ansprüche nicht neu numeriert zu werden. Im Fall einer Neunummerierung sind die Ansprüche fortlaufend zu numerieren (Verwaltungsrichtlinien, Abschnitt 205 b)).

Die Änderungen sind in der Sprache abzufassen, in der die internationale Anmeldung veröffentlicht wird.

Welche Unterlagen sind den Änderungen beizufügen?

Begleitschreiben (Abschnitt 205 b)):

Die Änderungen sind mit einem Begleitschreiben einzureichen.

Das Begleitschreiben wird nicht zusammen mit der internationalen Anmeldung und den geänderten Ansprüchen veröffentlicht. Es ist nicht zu verwechseln mit der "Erklärung nach Artikel 19(1)" (siehe unten, "Erklärung nach Artikel 19 (1)").

Das Begleitschreiben ist nach Wahl des Anmelders in englischer oder französischer Sprache abzufassen. Bei englischsprachigen internationalen Anmeldungen ist das Begleitschreiben aber ebenfalls in englischer, bei französischsprachigen internationalen Anmeldungen in französischer Sprache abzufassen.

ANMERKUNGEN ZU FORMBLATT PCT/ISA/220 (Fortsetzung)

Im Begleitschreiben sind die Unterschiede zwischen den Ansprüchen in der eingereichten Fassung und den geänderten Ansprüchen anzugeben. So ist insbesondere zu jedem Anspruch in der internationalen Anmeldung anzugeben (gleichlautende Angaben zu verschiedenen Ansprüchen können zusammengefaßt werden), ob

- i) der Anspruch unverändert ist;
- ii) der Anspruch gestrichen worden ist;
- iii) der Anspruch neu ist;
- iv) der Anspruch einen oder mehrere Ansprüche in der eingereichten Fassung ersetzt;
- v) der Anspruch auf die Teilung eines Anspruchs in der eingereichten Fassung zurückzuführen ist.

Im folgenden sind Beispiele angegeben, wie Änderungen im Begleitschreiben zu erläutern sind:

1. [Wenn anstelle von ursprünglich 48 Ansprüchen nach der Änderung einiger Ansprüche 51 Ansprüche existieren]:
"Die Ansprüche 1 bis 29, 31, 32, 34, 35, 37 bis 48 werden durch geänderte Ansprüche gleicher Numerierung ersetzt; Ansprüche 30, 33 und 36 unverändert; neue Ansprüche 49 bis 51 hinzugefügt."
2. [Wenn anstelle von ursprünglich 15 Ansprüchen nach der Änderung aller Ansprüche 11 Ansprüche existieren]:
"Geänderte Ansprüche 1 bis 11 treten an die Stelle der Ansprüche 1 bis 15."
3. [Wenn ursprünglich 14 Ansprüche existierten und die Änderungen darin bestehen, daß einige Ansprüche gestrichen werden und neue Ansprüche hinzugefügt werden]:
Ansprüche 1 bis 6 und 14 unverändert; Ansprüche 7 bis 13 gestrichen; neue Ansprüche 15, 16 und 17 hinzugefügt. "Oder" Ansprüche 7 bis 13 gestrichen; neue Ansprüche 15, 16 und 17 hinzugefügt; alle übrigen Ansprüche unverändert."
4. [Wenn verschiedene Arten von Änderungen durchgeführt werden]:
"Ansprüche 1-10 unverändert; Ansprüche 11 bis 13, 18 und 19 gestrichen; Ansprüche 14, 15 und 16 durch geänderten Anspruch 14 ersetzt; Anspruch 17 in geänderte Ansprüche 15, 16 und 17 unterteilt; neue Ansprüche 20 und 21 hinzugefügt."

"Erklärung nach Artikel 19(1)" (Regel 46.4)

Den Änderungen kann eine Erklärung beigelegt werden, mit der die Änderungen erläutert und ihre Auswirkungen auf die Beschreibung und die Zeichnungen dargelegt werden (die nicht nach Artikel 19 (1) geändert werden können).

Die Erklärung wird zusammen mit der internationalen Anmeldung und den geänderten Ansprüchen veröffentlicht.

Sie ist in der Sprache abzufassen, in der die internationale Anmeldung veröffentlicht wird.

Sie muß kurz gehalten sein und darf, wenn in englischer Sprache abgefaßt oder ins Englische übersetzt, nicht mehr als 500 Wörter umfassen.

Die Erklärung ist nicht zu verwechseln mit dem Begleitschreiben, das auf die Unterschiede zwischen den Ansprüchen in der eingereichten Fassung und den geänderten Ansprüchen hinweist, und ersetzt letzteres nicht. Sie ist auf einem gesonderten Blatt einzureichen und in der Überschrift als solche zu kennzeichnen, vorzugsweise mit den Worten "Erklärung nach Artikel 19 (1)".

Die Erklärung darf keine herabsetzenden Äußerungen über den internationalen Recherchenbericht oder die Bedeutung von in dem Bericht angeführten Veröffentlichungen enthalten. Sie darf auf im internationalen Recherchenbericht angeführte Veröffentlichungen, die sich auf einen bestimmten Anspruch beziehen, nur im Zusammenhang mit einer Änderung dieses Anspruchs Bezug nehmen.

Auswirkungen eines bereits gestellten Antrags auf internationale vorläufige Prüfung

Ist zum Zeitpunkt der Einreichung von Änderungen nach Artikel 19 bereits ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung gestellt worden, so sollte der Anmelder in seinem Interesse gleichzeitig mit der Einreichung der Änderungen beim Internationalen Büro auch eine Kopie der Änderungen bei der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde einreichen (siehe Regel 62.2 a), erster Satz).

Auswirkungen von Änderungen hinsichtlich der Übersetzung der internationalen Anmeldung beim Eintritt in die nationale Phase

Der Anmelder wird darauf hingewiesen, daß bei Eintritt in die nationale Phase möglicherweise anstatt oder zusätzlich zu der Übersetzung der Ansprüche in der eingereichten Fassung eine Übersetzung der nach Artikel 19 geänderten Ansprüche an die bestimmten/ausgewählten Ämter zu übermitteln ist.

Nähere Einzelheiten über die Erfordernisse jedes bestimmten/ausgewählten Amtes sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts FH990907PCT	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 99/ 07204	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 29/09/1999	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 15/12/1998
Anmelder FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER...et al.		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der **Bezeichnung der Erfindung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der **Zusammenfassung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 2

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/07204

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEBIETES

IPK 7 G01L13/02 G01L9/12 G01L9/06 G01P15/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01L G01P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 586 109 A (A.J. PETERS ET AL.) 29. April 1986 (1986-04-29)	1-3,5,6, 8
Y	Spalte 4, Zeile 37 -Spalte 7, Zeile 24; Abbildungen	4,7,9
A	---	
A	L.J. SPANGLER ET AL.: "A BULK SILICON SOI PROCESS FOR ACTIVE INTEGRATED SENSORS" SENSORS AND ACTUATORS A., Bd. A24, Nr. 2, Juli 1990 (1990-07), Seiten 117-122, XP000148921 ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE., CH ISSN: 0924-4247	1
Y	Seite 120, Spalte 2, Absatz 3; Abbildung 6	9
A	---	
A	EP 0 702 221 A (DELCO ELECTRONICS CORPORATION) 20. März 1996 (1996-03-20) Zusammenfassung; Abbildung 1	1

	-/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. Januar 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

25/01/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Assche, P

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 4 513 348 A (D.H. GRANTHAM) 23. April 1985 (1985-04-23) das ganze Dokument ----	4
Y	EP 0 639 761 A (CSEM, CENTRE SUISSE D'ELECTRONIQUE ET DE MICROTECHNIQUE S.A.) 22. Februar 1995 (1995-02-22) Spalte 5, Zeile 39 -Spalte 6, Zeile 58; Abbildungen 3-5 -----	7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zu dieser Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/JP 99/07204

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4586109	A	29-04-1986	KEINE		
EP 702221	A	20-03-1996	JP 8097439 A		12-04-1996
			US 5719069 A		17-02-1998
US 4513348	A	23-04-1985	KEINE		
EP 639761	A	22-02-1995	CH 688745 A		13-02-1998
			FI 943048 A		26-12-1994
			JP 7027646 A		31-01-1995
			NO 942410 A		27-12-1994

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark
Office
Box PCT
Washington, D.C.20231
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 27 July 2000 (27.07.00)	
International application No. PCT/EP99/07204	Applicant's or agent's file reference FH990907PCT
International filing date (day/month/year) 29 September 1999 (29.09.99)	Priority date (day/month/year) 15 December 1998 (15.12.98)
Applicant NEUMEIER, Karl et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

03 July 2000 (03.07.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:2. The election ☒ was☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer Charlotte ENGER
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Telephone No.: (41-22) 338.83.38

PATENTANWÄLTE

European Patent Attorneys
European Trademark Attorneys

Patentanwälte · Postfach 710867 · 81458 München

Fraunhofer-Gesellschaft
zur Förderung der
angewandten Forschung e. V.
Leonrodstraße 54
80636 München

DE

Fritz Schoppe, Dipl.-Ing.
Tankred Zimmermann, Dipl.-Ing.
Ferdinand Stöckeler, Dipl.-Ing.

Telefon/Telephone 089/790445-0
Telefax/Facsimile 089/790 22 15
Telefax/Facsimile 089/74996977
e-mail 101345.3117@CompuServe.com

Verfahren zum Erzeugen eines mikro-elektromechanischen
Elements

2/19/17

09/868156
JC03 R PCT/PTC 12 JUN 2001

Verfahren zum Erzeugen eines mikro-elektromechanischen Elements

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erzeugen eines mikro-elektromechanischen Elements, und spezieller eines solchen mikro-elektromechanischen Elements, bei dem eine mikromechanische Struktur und elektronische Komponenten in dem gleichen Halbleiterwafer angeordnet sind.

Aufgrund der schnellen Entwicklung auf dem Gebiet der Halbleiterindustrie und der Mikroelektronik verdrängen mikromechanische Elemente, beispielsweise mikromechanische Druckmeßzellen auf Siliziumbasis, mehr und mehr klassische mechanische Druckwandler. Mikromechanische Elemente werden beispielsweise in der Automatisierungs- und Medizin-Technik, sowie in Kfz-Anwendungen in großen Mengen eingesetzt. Vorzugsweise werden dabei mikro-elektromechanische integrierte Systeme verwendet, die die Verbindung von mechanischen und elektronischen Funktionen auf einem Substrat realisieren. Neben den in CMOS- oder ähnlicher Technologie hergestellten elektronischen Bauelementen, bei denen es sich beispielsweise um Meßwandler, Verstärker, Speicher, Mikrocontroller, usw., handelt, befinden sich dabei in denselben Schichten mechanische Bauelemente. Diese können beispielsweise Membranen von Drucksensoren, elastische Platten von Ventilen oder Pumpen, schwingende Massen von Beschleunigungssensoren, bewegliche Finger oder einseitig eingespannte Arme von Schaltern und dergleichen sein. Über die von der Planartechnologie gewohnte mehr oder weniger glatte Oberfläche hinaus sind diese mechanischen Strukturen dreidimensional und umfassen freitragende Strukturen und vergrabene Hohlräume.

Es war bisher bekannt, solche Hohlräume durch naßchemisches Ätzen zu erzeugen, bzw. durch Verbinden zweier zuvor einzeln fertig bearbeiteter Scheiben. Als Verbindungstechnik zum

Verbinden der einzeln bearbeiteten Scheiben kommen dabei ein Waferbonden (Silicon Fusing Bonding), ein anodisches Bonden oder ein Kleben in Frage. In jedem Fall sind bei herkömmlichen Verfahren vor dem Verbinden der einzelnen Scheiben dieselben vollständig bearbeitet, so daß danach keine Verarbeitungsschritte mehr stattfinden müssen, die zu einer Beeinträchtigung der mechanischen Strukturen führen können.

Beim naßchemischen Unterätzen von Strukturen tritt das Problem des sogenannten "Sticking" auf, bei dem die freitragende Struktur beim Trocknen der Flüssigkeit durch Kapillarkräfte an der benachbarten Oberflächen haften bleibt und somit ihre Beweglichkeit verliert. Kleine Gräben, Löcher und Spalten bereiten überdies Probleme beim Benetzen mit Flüssigkeiten (beispielsweise mit Ätzlösungen, Reinigungswasser, Photolack) und beim Entfernen der Flüssigkeiten, beispielsweise durch Blasen, die in Ecken haften bleiben können. Beim Abschleudern können Tropfen zurückbleiben, die beim Eintrocknen Ränder erzeugen. Auch die Reinigung durch Bürsten ist problematisch, da die beweglichen Strukturen dabei abgebrochen werden können. Andererseits ist jedoch eine reine Oberfläche der Strukturen notwendig, um die Herstellungsverfahren zum Erzeugen der Auswertestrukturen, wie z.B. ein CMOS-Verfahren, anwenden zu können. Durch die Gefahr der Verschleppung von Partikeln und Kontaminationen kann bei offenen Strukturen die CMOS-Fähigkeit nicht mehr gegeben sein, d.h. bestimmte Prozeßabläufe sind in einer CMOS-Linie nicht erlaubt. Darüberhinaus wird beim Vereinzeln der Chip aus dem Waferverbund mit einer Wafersäge mit Wasser gespült, das in offene Hohlräume eindringen kann, und somit das Problem bezüglich Partikeln und Kontaminationen noch erschweren kann.

Überdies ist es bekannt, membranartige Strukturen durch die Verwendung eines KOH-Rückseitenätzens zu erzeugen, nachdem die elektronischen Komponenten auf der Vorderseite eines Wafers fertiggestellt sind. Durch die bei einer KOH-Ätzung auftretenden schrägen Ätzkanten tritt hier jedoch ein hoher Verlust an Integrationsdichte auf, insbesondere, wenn eine

hohe Stückzahl mikro-elektromechanischer Komponenten aus einem Wafer gebildet wird.

Unterschiedliche Verfahren zum Herstellen von Halbleiterdruckfühlern sind ferner in der DE 3743080 A1 beschrieben.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum Herstellen eines mikro-elektromechanischen Elements zu schaffen, das die Anwendung herkömmlicher Standardhalbleiterfertigungsprozesse zur Erzeugung elektronischer Komponenten in dem Wafer, in dem auch mikromechanische Elemente gebildet sind, ermöglicht, wobei das Verfahren die Erzeugung der mikro-elektromechanischen Elemente mit einer hohen Ausbeute ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Erzeugen eines mikro-elektromechanischen Elements gemäß Anspruch 1 gelöst.

Die vorliegende Erfindung schafft ein Verfahren zum Erzeugen eines mikro-elektromechanischen Elements, bei dem zunächst eine erste Zwischenschicht, die auf eine erste Hauptoberfläche eines ersten Halbleiterwafers aufgebracht ist, strukturiert wird, um eine Ausnehmung zu erzeugen. Im Anschluß wird der erste Halbleiterwafer über die erste Zwischenschicht mit einem zweiten Halbleiterwafer verbunden, derart, daß durch die Ausnehmung ein hermetisch abgeschlossener Hohlraum definiert wird. Danach wird einer der Wafer von einer der ersten Zwischenschicht abgewandten Oberfläche her gedünnt, um eine membranartige Struktur über dem Hohlraum zu erzeugen. Anschließend werden elektronische Komponenten in dem gedünnten Halbleiterwafer erzeugt, vorzugsweise unter Verwendung von Standard-Halbleiterfertigungsprozessen, woraufhin zumindest eine definierte Öffnung, um einen Zugang zu dem hermetisch abgeschlossenen Hohlraum zu schaffen, erzeugt wird.

Somit bleibt erfindungsgemäß der Hohlraum, der zusammen mit der membranartigen Struktur ein mikromechanisches Element

definiert, stets hermetisch abgeschlossen, bis die elektronischen Komponenten, beispielsweise eine integrierte Schaltung, fertiggestellt sind, so daß die oben beschriebenen Probleme bei der Anwendung beispielsweise eines CMOS-Verfahrens zur Erzeugung einer integrierten Schaltung erfindungsgemäß nicht auftreten. Überdies entfallen aufgrund des hermetisch abgeschlossenen Hohlraums die vorher erwähnten Probleme des Beseitigens der Ätzflüssigkeiten aus den Hohlräumen, da aufgrund der hermetischen Abgeschlossenheit während der Herstellung der integrierten Schaltung keine Medien, wie z.B. Flüssigkeiten, Gase, Feststoffe und dergleichen, in den Hohlraum eindringen können. Folglich ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren die Herstellung von mikro-elektromechanischen Elementen, beispielsweise Drucksensoren oder gesteuerten Ventilen, mit einer verringerten Anzahl von Bearbeitungsschritten, so daß die vorliegende Erfindung eine kostengünstige Herstellung ermöglicht.

Diese Vorteile werden erfindungsgemäß erreicht, indem ein hermetisch abgeschlossener Hohlraum in einer Zwischenschicht gebildet wird, die zum Verbinden zweier Halbleiterwafer verwendet wird. Bei bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung ist auf beiden Halbleiterwafern eine Zwischenschicht aufgebracht, von denen eine oder beide strukturiert werden, um nach dem Verbinden den Hohlraum zu bilden, wobei es sich bei den Zwischenschichten um isolierende oder leitende Schichten handelt, die beispielsweise aus Oxid (thermisch oder TEOS), Polysilizium, Nitrid oder Metall bestehen können. Diese Zwischenschichten können mittels bekannter Verbindungsverfahren, beispielsweise einem Waferbonden (Silicon Fusion Bonding), einem anodischen Bonden oder einem Kleben, miteinander verbunden werden. Alternativ kann eine größere Anzahl von Zwischenschichten zwischen den zu verbindenden Wafern verwendet werden, um damit die Erzeugung eines Hohlraums mit Bereichen einer variablen Höhe zu ermöglichen.

Zum Öffnen des hermetisch abgeschlossenen Hohlraums kann dabei eine Vielzahl von Verfahren verwendet werden, wobei ein

Zugang zu dem Hohlraum bei bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung durch Erzeugen einer definierten Öffnung in der membranartigen Struktur realisiert wird, da dies ohne größeren Aufwand das Erzeugen eines Zugangs zu dem Hohlraum ermöglicht. Die Öffnung kann durch eine Vielzahl von Verfahren in der membranartigen Struktur definiert werden, beispielsweise durch das Verwenden einer Nadel oder einer Klinge, durch die Verwendung einer gepulsten Laserstrahlung oder durch Ätzverfahren. Wird mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens eine Mehrzahl von mikro-elektromechanischen Elementen in einem Wafer erzeugt, die nachfolgend vereinzelt werden, kann durch das Vereinzeln der Zugang zu dem vorher hermetisch abgeschlossenen Hohlraum geschaffen werden, indem beim Strukturieren der einen oder mehreren Zwischenschichten ein Kanal strukturiert wird, der bis zu der Grenzfläche reicht, an der dann vereinzelt wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere geeignet, um Drucksensoren oder Beschleunigungssensoren herzustellen, eignet sich jedoch auch zur Erzeugung von Fluidsystemen, die zusammen mit Sensoren, Aktoren und/oder Auswertelogiken als ein Mikrosystem realisiert sind.

Um einen Differenzdrucksensor zu erzeugen, werden erfindungsgemäß mindestens zwei nach außen hermetisch abgeschlossene Hohlräume in der oder den zwischen den Wafern angeordneten Zwischenschichten gebildet, die über einen Kanal verbunden sind, wobei dann die über einem der Hohlräume angeordnete membranartige Struktur mit einer Öffnung versehen wird, so daß über diese Öffnung ein Druck an die Unterseite der nicht geöffneten membranartigen Struktur angelegt werden kann, so daß der Differenzdruck zwischen Oberseite und Unterseite dieser Membran erfaßt werden kann.

Das Verhältnis von Hohlraumvolumen zum Strömungswiderstand des Verbindungskanals kann in weiten Grenzen so gestaltet werden, daß die Ansprechzeit, d.h. die Zeitkonstante, des Sensors in einem gewünschten Bereich liegt. Somit ist bei-

spielsweise ein Variometer für Anwendungen in der Luftfahrt realisierbar.

Ferner eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von Beschleunigungssensoren, wobei in der membranartigen Struktur eine Mehrzahl von Öffnungen derart realisiert wird, daß die membranartige Struktur eine Trägerstruktur für die bewegliche Masse bildet.

Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen dargelegt.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend bezugnehmend auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a) bis 1c) schematische Querschnittansichten zur Erläuterung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2 schematisch eine Explosionsdarstellung zur Veranschaulichung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Differenzdrucksensors; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung zur weiteren Erläuterung des Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Differenzdrucksensors.

Bezugnehmend auf Fig. 1 werden zunächst die Schritte zum Herstellen des mikromechanischen Elements und der elektronischen Komponenten eines mikro-elektromechanischen Elements beschrieben, wobei bis zum Ende des in den Fig. 1a) bis 1c) gezeigten Verfahrens sämtliche Hohlräume des mikromechanischen Elements hermetisch abgeschlossen sind.

Wie in Fig. 1a) gezeigt ist, wird zunächst eine auf einen

ersten Halbleiterwafer 2 aufgebrachte Zwischenschicht 4 strukturiert, um eine Ausnehmung 6 in derselben zu bilden. Der Halbleiterwafer 2 wird nachfolgend über die Zwischenschicht 4 mit einem zweiten Halbleiterwafer 8 verbunden, der bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ebenfalls mit einer Zwischenschicht 10 versehen ist. Durch das Verbinden der beiden Wafer 2 und 8 wird durch die Ausnehmung 6 ein hermetisch abgeschlossener Hohlraum 12 definiert, wie in Fig. 1b) zu sehen ist. Nach dem Verbinden der beiden Wafer 2 und 8 wird der erste Wafer 2 von der dem Wafer 8 abgewandten Hauptoberfläche desselben her gedünnt, um oberhalb des Hohlraums 12 eine membranartige Struktur 14 zu erzeugen. Dabei bleibt der in der Zwischenschicht 4 gebildete Hohlraum 12 hermetisch abgeschlossen.

Fig. 1b) zeigt die hergestellte mikromechanische Struktur, wobei durch das Herstellungsverfahren derselben ermöglicht ist, daß in dem gedünnten Wafer 2, in dem die membranartige Struktur 14 gebildet ist, integrierte Schaltungsstrukturen 16 mittels herkömmlicher Standard-Halbleiterprozesse erzeugt werden, die zur Auswertung von durch die Membran 14 erzeugten Signalen dienen kann. Dadurch wird aus der mikromechanischen Struktur die in Fig. 1c) gezeigte mikro-elektromechanische Struktur, bei der in einem Halbleiterwafer 2 zum einen eine mikromechanische gefertigte Membran 14 als auch eine integrierte Schaltung 16, die beispielsweise mittels herkömmlicher CMOS-Techniken hergestellt ist, gebildet ist. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht diese Herstellung eines mikro-elektromechanischen Elements unter Verwendung herkömmlicher Standard-Halbleiterfertigungsprozesse, beispielsweise CMOS-Prozesse, da bis zur Vollendung der integrierten Schaltung der Hohlraum 12 stets hermetisch verschlossen bleibt. Somit ermöglicht die vorliegende Erfindung die kostengünstige Herstellung von mikro-elektromechanischen Elementen mit einer, verglichen mit herkömmlichen Verfahren, reduzierten Anzahl von Verfahrensschritten.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird als Material für

die Halbleiterwafer vorzugsweise Silizium verwendet, wobei die Zwischenschicht, bzw. die Zwischenschichten 4 und 10 in Fig. 1, vorzugsweise aus einem Oxid, aus Polysilizium, aus einem Nitrid oder Metall besteht bzw. bestehen. Hierbei ist anzumerken, daß, obwohl bei dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel auf beiden Wafern eine Zwischenschicht angeordnet ist, bei dem erfindungsgemäßen Verfahren lediglich eine Zwischenschicht notwendig ist, in der die Ausnehmung strukturiert wird. Bei alternativen Ausführungsbeispielen kann eine Mehrzahl von Zwischenschichten zwischen den Wafern vorgesehen werden, so daß es möglich ist, durch unterschiedliche Strukturierung der einzelnen Schichten Hohlräume mit Bereichen unterschiedlicher Höhen zu erzeugen. Ferner wäre es alternativ zu dem in Fig. 1 gezeigten Verfahren möglich, auch in der auf das zweite Substrat 8 aufgebrachten Zwischenschicht 10 eine Strukturierung vorzusehen, so daß diese zusammen mit der in der Zwischenschicht 4 vorgesehenen Strukturierung nach dem Verbinden der Wafer den Hohlraum definiert. Dabei ist anzumerken, daß eine quasi unbegrenzte Möglichkeit der Strukturierung von Zwischenschichten zum Erzeugen unterschiedlicher Hohlräume existiert, solange die Hohlräume nach dem Verbinden der beiden Wafer hermetisch abgeschlossen sind. Die Strukturierung zur Erzeugung dieser Hohlräume kann durch bekannte Strukturierungsverfahren, beispielsweise Photolithographie und Naß- bzw. Trocken-Ätzen oder durch selektive Abscheidung erfolgen.

Die Verbindung der Wafer kann mittels bekannter Verbindungsverfahren erfolgen, wobei die beiden Wafer mit der oder den Verbindungsschichten aufeinandergelegt und mittels spezieller Prozesse miteinander verbunden werden, beispielsweise anodischen Bondverfahren, Klebverfahren oder dem sogenannten Silicon Fusing Bonding. Nach diesem Verbinden entsteht aus den zunächst in der bzw. den Zwischenschichten strukturierten Ausnehmung, bzw. den Ausnehmungen, ein hermetisch abgeschlossener Hohlraum 12, wie er in Fig. 1b) gezeigt ist. Im Anschluß wird einer der beiden Halbleiterwafer auf eine vorgegebene Dicke gedünnt, so daß über dem Hohlraum eine

membranartige Struktur entsteht. Dabei kann der zu dünnende Wafer vorzugsweise aus einem SOI-Material (Silicon on Insulator) bestehen, wodurch ein exaktes Dünnen erleichtert wird. Durch dieses Dünnen wird oberhalb der strukturierten Bereiche, d.h. über den Hohlräumen, eine sensorspezifische Zone bzw. eine Membran erzeugt, während die übrige Fläche des gedünnten Wafers für die Integration elektronischer Schaltungen dienen kann.

Die nach diesem Verfahren hergestellten mechanischen Strukturen, von denen beispielhaft eine in Fig. 1b) gezeigt ist, weisen jetzt noch eine nach oben geschlossene und planare Oberfläche und in der Tiefe einen oder mehrere hermetisch abgeschlossene Hohlräume auf. Damit kann der gedünnte Wafer mit den üblichen CMOS-Technologien bearbeitet werden.

Die Form der hermetisch abgeschlossenen Hohlräume ist im Grundriß beliebig, im einfachsten Fall rechteckig, vieleckig oder rund, und kann langgestreckte und gewundene Kanäle enthalten oder aus mehreren isolierten oder mit Kanälen verbundenen Strukturen bestehen. Die Höhe der Hohlräume ist durch die Dicke der strukturierten Schicht gegeben, wie in Fig. 1a) gezeigt ist, und damit im einfachsten Fall einheitlich. Durch eine mehrfache Strukturierung einer einzelnen Schicht oder durch eine Strukturierung mehrere Schichten kann jedoch, wie bereits oben erwähnt wurde, die Höhe der Hohlräume beliebig variiert werden, das heißt, es können Hohlräume mit Bereichen unterschiedlicher Höhe erzeugt werden.

Bei bevorzugten Ausführungsbeispielen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Schritt des Verbindens der beiden Wafer in einem Vakuum durchgeführt, so daß bei möglichen nachfolgenden Hochtemperaturprozessen kein Überdruck durch die thermische Expansion eines in den hermetisch abgeschlossen Hohlräumen enthaltenen Gases entsteht. Somit kann eine Beschädigung der über dem oder den Hohlräumen erzeugten membranartigen Strukturen vermieden werden, da beispielsweise einem Unterdruck von 1 bar im kalten Zustand, der beispiels-

weise bei einem Vakuum in dem Hohlraum vorliegt, leichter zu widerstehen ist, als einem Überdruck von 3 bar in einem Diffusionsofen bei beispielsweise 1100°C, wenn die Verbindung der Wafer nicht in einem Vakuum stattfindet. Je nach Anwendung der erfindungsgemäß erzeugten mikromechanischen Struktur ist es jedoch auch möglich, den Hohlraum mit einem speziellen Gas bei einem beliebigen Druck zu füllen.

Erfindungsgemäß wird nun nach Abschluß des in den Fig. 1a) bis 1c) gezeigten Verfahrens zumindest eine definierte Öffnung erzeugt, um einen Zugang zu dem hermetisch abgeschlossenen Hohlraum zu schaffen. Dadurch kann durch das in Fig. 1c) gezeigte Element beispielsweise ein Differenzdrucksensor oder alternativ auch ein Beschleunigungssensor realisiert werden, wenn die Öffnungen in dem membranartigen Bereich 14 beispielsweise so definiert werden, daß sie eine Trägerstruktur für eine bewegliche Masse definieren.

Nach Abschluß der in den Fig. 1a) bis 1c) gezeigten Verfahrensschritte werden der oder die Hohlräume gemäß der Erfindung an vorbestimmten Stellen geöffnet. Dieses Öffnen kann in einer Vakuumkammer, an Umgebungsluft, unter Schutzgas, in einer speziellen Atmosphäre oder unter einer Flüssigkeit erfolgen. Jedenfalls dringt dieses Medium in den Hohlraum ein und füllt ihn vollständig, wenn der Hohlraum zuvor unter Vakuum war, wenn der Schritt des Verbindens der Wafer unter einem Vakuum stattgefunden hat, wie oben erläutert wurde.

Das Öffnen des Hohlraums kann auf unterschiedliche Arten realisiert werden. Bei der Herstellung eines Differenzdrucksensors, wie sie nachfolgend bezugnehmend auf die Fig. 2 und 3 näher erläutert wird, kann beispielsweise die über einem der Hohlräume angeordnete membranartige Struktur durch Aufstechen mit einer Nadel oder Klinge geöffnet werden. Um zu verhindern, daß dabei zu erwartende Splitter in benachbarte Hohlräume eindringen, können die die Hohlräume verbindenden Kanäle labyrinthartig ausgestaltet werden. Alternativ ist es möglich, die membranartige Struktur über einem der Hohlräume

mittels gepulster Laserstrahlung zu öffnen. Dieses Verfahren vermeidet die Erzeugung von Splintern und möglicherweise Mikrorissen, so daß die Zuverlässigkeit nicht gefährdet wird. Ferner ist es möglich, die entstehenden Dämpfe und Schmelztropfen durch geeignete Gestaltung der Kanäle unschädlich zu machen. Diese beiden Verfahren zum Öffnen der Hohlräume eignen sich für bereits gesägte, vereinzelte und möglicherweise bereits in ein Gehäuse montierte Chips. Nach dem Öffnen erfolgt bei Drucksensoren die Montage der Röhrchen zum Anschluß an das druckführende Medium.

Üblicherweise werden in einem Wafer eine Mehrzahl von mikro-elektromechanischen Elementen gebildet, die dann in einzelne Chips vereinzelte werden. Dabei kann das Öffnen der Hohlräume während des Sägens der Wafer erfolgen, wenn die Kanäle bis zum Ritzrahmen, der die Sägestraßen definiert, geführt worden sind. Dann sind die Kanäle von der Seitenfläche der Chips zugänglich, was Vorteile bei der Montage bieten kann. Das Eindringen von Kühlwasser kann durch trockenes Sägen, durch Anritzen und Brechen oder durch Schneiden mit gepulsten Laserstrahlen vermieden werden.

Das Öffnen der Hohlräume kann ferner durch ein gezieltes Ätzen, beispielsweise in einem Plasmaätzter, erfolgen. Dabei wird auf die Scheibenoberfläche und somit die membranartige Struktur eine Schutzschicht aufgebracht, beispielsweise eine Passivierungsschicht oder ein Photolack, die Aussparungen an den Stellen aufweist, an denen die Öffnung oder die Öffnungen gebildet werden sollen. Dort wird die Membran weggeätzt, während sie an den geschützten Stellen bestehen bleibt. Das dabei eindringende Gas verursacht im Gegensatz zu Flüssigkeiten keine Probleme in den Hohlräumen. Die Passivierung kann nach diesem Ätzschritt auf dem Bauelement verbleiben, während der Photolack durch Veraschen im Plasma entfernt werden kann. Dieses Ätzverfahren kann vor dem Vereinzeln der Chips für eine Mehrzahl von Elementen im Waferverbund oder nach dem Vereinzeln der Chips erfolgen.

Nachfolgend wird bezugnehmend auf die Fig. 2 und 3 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen eines Differenzdrucksensors beschrieben. Mikromechanisch integrierte Drucksensoren messen einen von außen angelegten Druck eines Gases oder einer Flüssigkeit und verarbeiten ihn zu einem elektrischen Signal. Üblicherweise werden diese Sensoren als Absolutdrucksensor ausgestaltet. Ein solcher Sensor kann beispielsweise den in Fig. 1c) gezeigten Aufbau aufweisen, wobei eine dünne Schicht über einem hermetisch abgeschlossenen Hohlraum liegt und nach dem Prinzip eines Dosenbarometers als Membran wirkt. Um von Temperaturschwankungen der Umgebung möglichst unabhängig zu sein, ist der Hohlraum üblicherweise leer, steht also unter Vakuum.

Häufig ist es erwünscht, den Druck zweier Volumina zu vergleichen, wobei nur der Druckunterschied von Interesse ist. Der zu messende Druckunterschied ist häufig sehr klein im Vergleich zum absoluten Druck. Daher wäre die Meßgenauigkeit sehr gering, wenn die Messung durch Differenzbildung der Meßwerte zweier Absolutdrucksensoren erfolgen würde. Es ist günstiger, die Membran je von einer Seite mit den zu messenden Volumen zu verbinden und nur den Druckunterschied zu messen. Bei makroskopischen Sensoren mit Membranen aus Metall oder Gummi ist ein solcher Sensor problemlos realisierbar. Bei mikroelektronisch integrierten Sensoren ist jedoch die Symmetrie der beiden Seiten der Membran nicht mehr gegeben. In der Planartechnologie gibt es immer eine Oberseite, welche den technologischen Prozessen ausgesetzt ist und leicht zu reinigen ist, und eine Unterseite, welche während der Herstellung vor aggressiven Gasen und Flüssigkeiten geschützt ist. Um zu ermöglichen, daß die Wafer mit üblichen Standardhalbleiterprozessen, beispielsweise CMOS-Technologien, bearbeitet werden können, müssen sie eine nach oben geschlossene und planare Oberfläche aufweisen. Dies wird durch das erfindungsgemäße Verfahren möglich, das somit die Integration von mikromechanischen Elementen und unter Verwendung herkömmlicher Halbleiterprozesse gebildeten elektro-

nischen Komponenten in einem Wafer ermöglicht.

Wie in der schematischen Explosionsdarstellung von Fig. 2 gezeigt ist, werden zur Herstellung eines Differenzdruck-sensors zwei Hohlräume 20 und 22 in einer Zwischenschicht 24, die zwischen zwei Wafern 26 und 28 gebildet ist, erzeugt. Die beiden Hohlräume sind durch einen in der Zwischenschicht 24 definierten Kanal 30 verbunden. Es ist ersichtlich, daß in Fig. 2 das Verfahrensstadium dargestellt ist, das in Fig. 1b) für einen einzelnen Hohlraum gezeigt ist, wobei der obere Wafer 26 lediglich zu Zwecken der Verdeutlichung getrennt von der Zwischenschicht 24 dargestellt ist, so daß die in der Zwischenschicht 24 gebildeten Hohlräume 20 und 22 sowie der Kanal 30 nach außen hermetisch abgeschlossen sind. Dabei ist ferner anzumerken, daß die Hohlräume bzw. der Kanal auch in einer Mehrzahl von Zwischenschichten strukturiert sein können, um Bereiche unterschiedlicher Höhe definieren zu können oder für das spätere Öffnen Sollbruchstellen zu erzeugen.

Bei der schematischen Darstellung von Fig. 2 ist der obere Wafer 26 bereits gedünnt, so daß über den Hohlräumen 20 und 22 membranartige Strukturen 32 und 34, Fig. 3, gebildet sind, deren Umrisse in Fig. 3 in gestrichelten Linien dargestellt sind. Nach dem Erzeugen der in Fig. 2 dargestellten Struktur wird durch die über dem Hohlraum 22 angeordnete Membran 34 eine Öffnung 36 gebildet, die einen Zugang zu dem Hohlraum 22 und somit über den Kanal 30 auch zu dem Hohlraum 20 bildet. Hierbei ist anzumerken, daß die Öffnung erst dann in der Membran 34 gebildet wird, wenn die Halbleiterfertigung, d.h. die Erzeugung von elektronischen Komponenten, z.B. in der Form einer Auswerteeinheit, in dem Halbleiterwafer 26 abgeschlossen ist. Für diese Halbleiterfertigung können übliche Standardhalbleiterprozesse, z.B. CMOS-Verfahren, verwendet werden, da sämtliche Hohlräume zum Zeitpunkt der Halbleiterfertigung hermetisch abgeschlossen sind. Ferner ist anzumerken, daß die elektronischen Komponenten in Fig. 3 nicht dargestellt sind.

Das in Fig. 3 dargestellte mikromechanische Element kann als Differenzdrucksensor dienen, da auf die Oberseite der Membran 32 ein erster Druck wirken kann, während auf die Unterseite desselben über die Öffnung 36, den Hohlraum 22, den Kanal 30 und den Hohlraum 20 ein zweiter Druck wirken kann, so daß das Ausgangssignal des durch die Membran 32 und den Hohlraum 20 gebildeten Sensors die Differenz dieser beiden Drücke wiedergibt. Um dies zu ermöglichen, können bei der Aufbau- und Verbindungs-Technik der Sensor, d.h. die Membran 32 und der geöffnete zweite Hohlraum 22, beispielsweise durch aufgeklebte Röhrchen mit je einem Gasvolumen verbunden werden. Da der zweite Hohlraum 22 durch den Kanal 30 mit der Unterseite der Membran 32 durch Gasaustausch in Kontakt steht, wirkt der hier beaufschlagte Druck auf die Unterseite der Membran 32. Somit registriert der Sensor den Differenzdruck zwischen den beiden Anschlüssen. Beide Anschlüsse können von der Oberseite des Sensors montiert werden, wodurch eine Vereinfachung des Aufbaus erreicht werden kann.

Alternativ ist es möglich, sowohl den Drucksensor, der aus Membran 32 und Hohlraum 20 gebildet ist, als auch den Kanal und den zweiten Hohlraum mehrfach auszuführen, um beispielsweise ein Sensorarray zu erzeugen. Das Verhältnis von Hohlraumvolumen zu Strömungswiderstand des Verbindungskanals kann in weiten Grenzen variiert werden, so daß die Ansprechzeit des Sensors einstellbar ist.

Neben der oben beschriebenen Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung von Differenzdrucksensoren eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren auch zur Herstellung von mechanisch schwingungsfähigen Sensoren und Aktoren, bei denen es ebenfalls vorteilhaft ist, wenn der Sensor und die zugehörige Auswerteelektronik auf dem gleichen Chip integriert sind. Solche mechanisch schwingungsfähigen Sensoren und Aktoren werden beispielsweise bei Airbagauslösern, Beschleunigungsmessern, Stimmgabeln, Drehgebern, Ventilen, Pumpen, Schaltern und dergleichen benötigt. Als Besonderheit

ist hier eine schwingende Masse nötig, die an relativ dünnen Halterungen aufgehängt ist. Die Halterungen dienen als elastische Federn.

Erfindungsgemäß kann eine solche Halterungsstruktur für eine bewegliche Masse beispielsweise erzeugt werden, indem ausgehend von der in Fig. 1c) als Drucksensor beschriebenen Struktur der membranartige Bereich 14 mit Öffnungen versehen wird, um eine solche Trägerstruktur zu definieren. Dabei ist anzumerken, daß während der Halbleiterfertigung, d.h. während der Erzeugung der Auswerteschaltung, eine bewegliche Masse auf die Membran 14 aufgebracht oder in derselben strukturiert wird. Es ist klar, daß die Auswerteschaltung, die in Fig. 1c) als Auswerteschaltung 16 für einen Drucksensor dargestellt ist, entsprechend für einen Beschleunigungssensor angepaßt werden muß. Während der Halbleiterfertigung ist der membranartige Bereich vollständig mit dem umgebenden Bereich des Wafers, in dem der membranartige Bereich gebildet ist, verbunden, so daß der Hohlraum unter demselben hermetisch abgeschlossen ist.

Wie bereits oben erläutert wurde, bringt dieses Verfahren erhebliche Vorteile bei der Fertigung hinsichtlich der Ausbeute, der mechanischen Unempfindlichkeit sowie dem Schutz vor Flüssigkeiten. Um nun die Masse am Ende der Halbleiterfertigung, bei der die elektronischen Komponenten erzeugt werden, beweglich zu machen, wird die Membran am Rand der Masse vorzugsweise durch ein Ätzverfahren entfernt. Der als Halterung vorgesehene Teil der Membran wird dabei vor dem Ätzangriff geschützt und bleibt bestehen. Die zu ätzende Fläche ist bei dieser Anwendung im Vergleich zu den vorgenannten Öffnung, beispielsweise des Hohlraums 22 bei dem in den Fig. 2 und 3 dargestellten Differenzdrucksensor, großflächig. Da die bewegliche Masse möglichst groß sein soll, ist es günstig, sie möglichst dick zu gestalten. Da andererseits die zu öffnenden Bereiche für leichtes Öffnen möglichst dünne Membranen haben sollen, ist es vorteilhaft mehrere Schichten unterschiedlich zu strukturieren. Dafür ist

jeweils eine zusätzliche Lithographieebene notwendig. Die schwingende Masse, die durch die auf die oben beschriebene Art und Weise gefertigte Trägerstruktur gehalten wird, kann aus einem mehrschichtigen Aufbau aus Silizium, Metall oder Oxid gefertigt sein.

Als weiteres Anwendungsgebiet für das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von mikro-elektromechanischen Strukturen sind noch Fluidsysteme zu nennen. Bei Mikrofluidsystemen sind die bei makroskopischen Systemen durch Glasröhren und Glaskolben sowie Gummischläuche realisierten chemischen Reaktionsgefäße miniaturisiert in Silizium oder einem anderen für die Mikrosystemtechnik geeigneten Material ausgeführt. Die Anwendung erstreckt sich auf die Dosierung, Mischung und physikalische Vermessung von kleinen Flüssigkeitsmengen und deren chemischen und biologischen Reaktionen. Die Hohlräume, deren Verbindungskanäle sowie Verzweigungen und Anschlußöffnungen werden dabei erfindungsgemäß in einer oder mehreren Zwischenschichten, die zwischen zwei Wafern angeordnet sind, strukturiert. Durch ein anschließendes Verbinden der Wafer werden die Hohlräume dann hermetisch verschlossen, woraufhin einer der Wafer gedünnt wird. Dieser Wafer weist eine planare obere Oberfläche auf und ist somit mit üblichen CMOS-Technologien bearbeitbar, so daß elektronische Sensoren, wie Drucksensoren, Temperatursensoren, Leitfähigkeitssensoren oder auch Photodioden zur Lichtabsorption, und Aktoren, beispielsweise Verstärker, Mikrocontroller, Elektroden und dergleichen, in direkter Nähe der Gefäße aufgebaut werden können. Durch diese Integration von Sensor, Aktor und Logik auf einem Substrat wird das Bauteil ein Mikrosystem. Nach Abschluß der Halbleiterfertigung werden die für den Anschluß vorgesehenen Hohlräume gemäß den oben beschriebenen Verfahren an vorbestimmten Stellen geöffnet und mit den Zuleitungen der Flüssigkeiten verbunden.

Die vorliegende Erfindung ermöglicht somit die Herstellung mikro-elektromechanischer Elemente, wobei sämtliche Hohlräume der mikromechanischen Strukturen der mikro-elektromecha-

nischen Elemente nach dem Erzeugen derselben hermetisch abgeschlossen sind, während eine nach oben geschlossen und planare Oberfläche geliefert wird, so daß die Wafer von oben unter Verwendung üblicher CMOS-Technologien bearbeitet werden können. Erst nach dem Fertigstellen der elektronischen Komponenten werden die Hohlräume geöffnet. Somit sind erfindungsgemäß Probleme, die bei herkömmlichen Verfahren durch das Reinigen von Waferoberflächen bzw. das Eindringen von Flüssigkeiten in Hohlräume und die Verschleppung von Partikeln und Kontaminationen bewirkt werden, beseitigt. Damit schafft die vorliegende Erfindung ein wenig aufwendiges Verfahren, das die Herstellung von mikro-elektromechanischen Elementen kostengünstig und mit hoher Ausbeute ermöglicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen eines mikro-elektromechanischen Elements, mit folgenden Schritten:
 - a) Strukturieren einer ersten Zwischenschicht (4; 24), die auf eine erste Hauptoberfläche eines ersten Halbleiterwafers (2; 26) aufgebracht ist, um eine Ausnehmung (6; 20, 22, 30) zu erzeugen;
 - b) Verbinden des ersten Halbleiterwafers (2; 26) über die erste Zwischenschicht (4; 24) mit einem zweiten Halbleiterwafer (8; 28), derart, daß durch die Ausnehmung ein hermetisch abgeschlossener Hohlraum (12; 20, 22, 30) definiert wird;
 - c) Dünnen von einem der Wafer (2; 26) von einer der ersten Zwischenschicht (4; 24) abgewandten Oberfläche her, um eine membranartige Struktur (14; 32, 36) über dem Hohlraum (12; 20, 22) zu erzeugen;
 - d) Erzeugen elektronischer Komponenten (16) in dem gedünnten Halbleiterwafer (2; 26);
 - e) Erzeugen zumindest einer definierten Öffnung (36), um einen Zugang zu dem hermetisch abgeschlossenen Hohlraum (20, 22) zu schaffen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem auf die Hauptoberfläche des zweiten Halbleiterwafers (8), der über die Zwischenschicht (4) mit dem ersten Halbleiterwafer (2) verbunden wird, vor dem Verbinden eine zweite Zwischenschicht (10) aufgebracht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die zweite Zwischenschicht strukturiert wird, derart, daß nach dem Verbinden die Strukturierung der zweiten Zwischenschicht und

die Ausnehmung in der ersten Zwischenschicht den Hohlraum definieren.

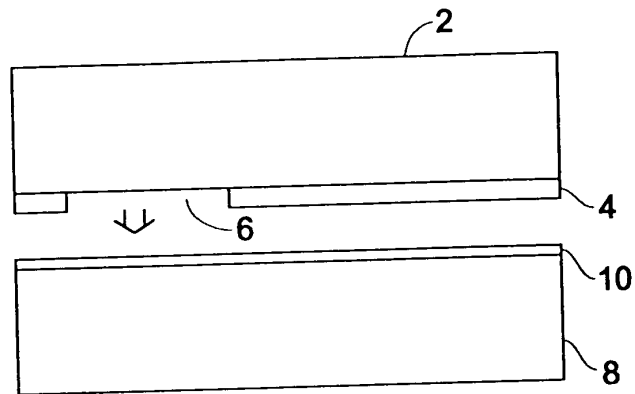
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem zusätzlich zu der ersten Zwischenschicht weitere Zwischenschichten zwischen den beiden Halbleiterwafern vorgesehen werden, die vor dem Verbinden der beiden Halbleiterwafer strukturiert werden, um einen Hohlraum mit Bereichen variabler Höhe zu erzeugen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem der erste und der zweite Wafer (2, 8; 26, 28) aus Silizium bestehen.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die eine oder die mehreren Zwischenschichten aus einem Oxid, aus Polysilizium, aus einem Nitrid oder aus Metall bestehen.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem die eine oder die mehreren Zwischenschichten (24) derart strukturiert werden, daß nach dem Verbinden der beiden Wafer (26, 28) mehrere, durch Kanäle (30) verbundene, nach außen hermetisch abgeschlossene Hohlräume (20, 22) definiert sind.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem das Verbinden im Schritt b) in einem Vakuum durchgeführt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem als erster (2; 26) und/oder zweiter (8; 28) Wafer ein SOI-Wafer verwendet wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die zumindest eine definierte Öffnung (36) in der membranartigen Struktur (34) erzeugt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem das Erzeugen der zumindest einen definierten Öffnung (36) in der membranartigen Struktur (34) mit einer Nadel, einer Klinge, durch die Verwendung einer gepulsten Laserstrahlung oder durch Ätzen erfolgt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem eine Mehrzahl von mikro-elektromechanischen Strukturen in einem Wafer erzeugt werden, wobei das Verfahren ferner den Schritt des Vereinzelns der einzelnen, mikromechanischen Strukturen in Chips aufweist, wobei durch das Vereinzeln die zumindest eine definierte Öffnung, um einen Zugang zu dem hermetisch abgeschlossenen Hohlraum zu schaffen, erzeugt wird.
13. Verfahren nach einem der Schritte 1 bis 12, bei dem die eine oder die mehreren Zwischenschichten (24) im Schritt a) derart strukturiert werden, daß nach dem Verbinden der beiden Wafer (26, 28) mindestens zwei hermetisch abgeschlossene Hohlräume (20, 22), die über einen Kanal (30) verbunden sind, definiert werden, über denen nach dem Schritt c) jeweils eine membranartige Struktur (32, 34) angeordnet ist, wobei im Schritt e) eine definierte Öffnung (36) durch die membranartige Struktur (34) von einem der Hohlräume (22) erzeugt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem der Kanal im Schritt a) labyrinthartig strukturiert wird, derart, daß beim Erzeugen der Öffnung entstehende Störprodukte an einem Passieren des Kanals gehindert sind.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei dem im Schritt e) eine Mehrzahl von definierten Öffnungen in dem membranartigen Struktur erzeugt werden, derart, daß die membranartige Struktur nach dem Erzeugen der Öffnungen eine Trägerstruktur für die bewegliche Masse eines Beschleunigungssensors bildet.

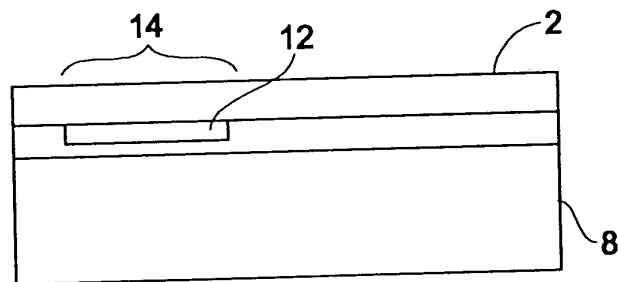
Verfahren zum Erzeugen eines mikro-elektromechanischen Elements

Zusammenfassung

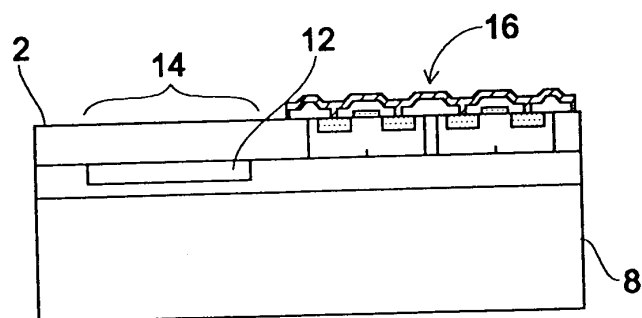
Bei einem Verfahren zum Erzeugen eines mikro-elektromechanischen Elements wird zunächst eine erste Zwischenschicht (4; 14), die auf eine erste Hauptoberfläche eines ersten Halbleiterwafers (2; 26) aufgebracht ist, strukturiert, um eine Ausnehmung (6; 20, 22, 30) zu erzeugen. Der erste Halbleiterwafer (2; 26) wird über die erste Zwischenschicht (4; 14) mit einem zweiten Halbleiterwafer (8; 28) verbunden, derart, daß durch die Ausnehmung ein hermetisch abgeschlossener Hohlraum (12; 20, 22) definiert wird. Nach dem Dünnen von einem der Wafer (2; 26) von einer der ersten Zwischenschicht (4; 24) abgewandten Oberfläche her, um eine membranartige Struktur (14; 32, 36) über dem Hohlraum zu erzeugen, werden unter Verwendung von Standard-Halbleiterprozessen elektronische Komponenten in dem gedünnten Halbleiterwafer erzeugt. Abschließend wird zumindest eine definierte Öffnung (36) erzeugt, um einen Zugang zu dem hermetisch abgeschlossenen Hohlraum (12; 20, 22, 30) zu schaffen.



a)



b)



c)

Fig. 1

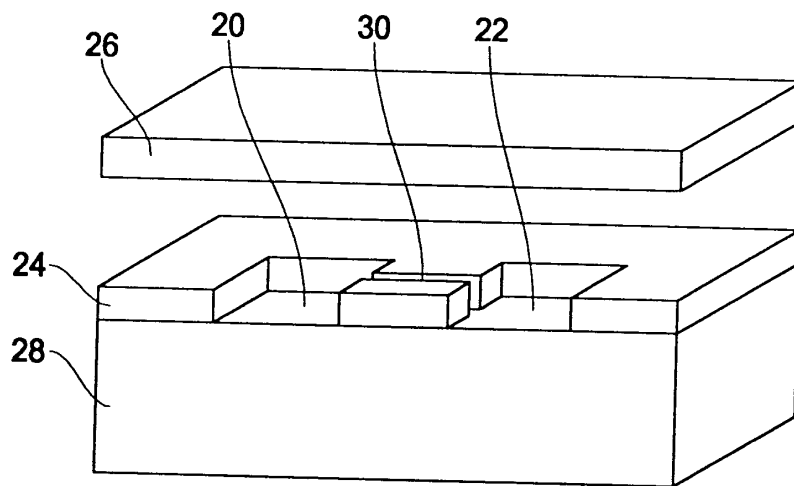


Fig. 2

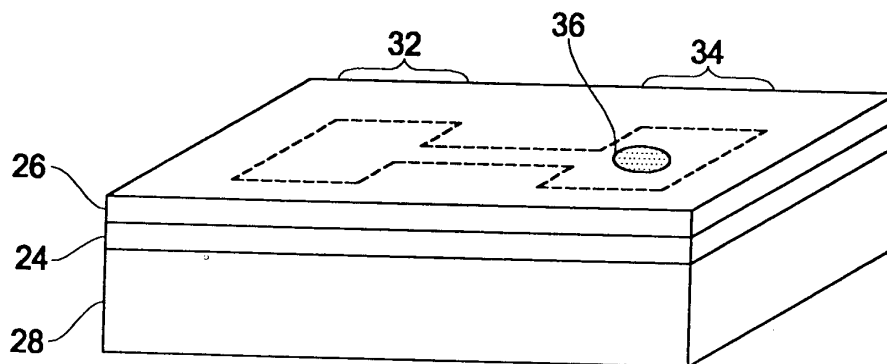


Fig. 3